

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 janvier 2011 (20.01.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/007100 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B64D 45/02 (2006.01) **H05F 1/00** (2006.01)
F16L 25/02 (2006.01)

Marc [FR/FR]; 119 Impasse Roquemaurel Appt C125,
F-31300 Toulouse (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051481

(74) Mandataire : **SCHMIT, Christian, M.**; Schmit -
Chretien, 111, Cours du Médoc, CS40 009, F-33070
Bordeaux Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
13 juillet 2010 (13.07.2010)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0954938 16 juillet 2009 (16.07.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
AIRBUS OPERATIONS (S.A.S) [FR/FR]; 316 Route
de Bayonne, F-31060 Toulouse (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
COURPET, Alexis [FR/FR]; 5A, rue de Balochan,
F-31620 Fronton (FR). **BARRE, Thomas** [FR/FR]; 16
rue de Periole, F-31500 Toulouse (FR). **BITEAU,**
Mathieu [FR/FR]; 10 rue de Nego Saoumos Appt 406,
F-31300 Toulouse (FR). **BOURBON, Olivier** [FR/FR];
Le Cammas, F-82600 Aucamville (FR). **ROQUES, Jean-**

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE FOR PROTECTING PIPING FROM LIGHTNING

(54) Titre : DISPOSITIF DE PROTECTION DE TUYAUTERIES CONTRE LA FOUDRE

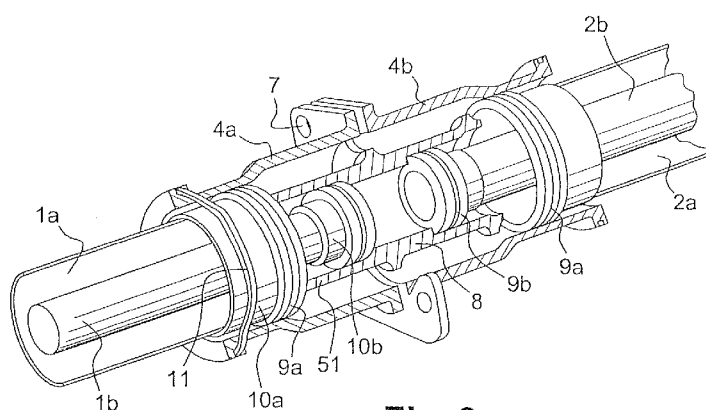


Fig. 3

(57) Abstract : The invention relates to a device for protecting piping from lightning, characterized in that the piping consists of tubular metal sections (1, 2, 3) connected to each other by connection parts (6a, 6b, 4a, 4b, 51, 52), a first portion (4a, 4b, 51) of the connection parts being plastic material parts and a second portion (6a, 6b, 52) of the connection parts being metal parts.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention est un dispositif de protection de tuyauteries contre la foudre, caractérisé en ce que, la tuyauterie étant constituée de tronçons tubulaires métalliques (1, 2, 3) raccordés les uns aux autres par des pièces de raccordement (6a, 6b, 4a, 4b, 51, 52), une première partie (4a, 4b, 51) des pièces de raccordement sont des pièces en matériau plastique et une seconde partie (6a, 6b, 52) des pièces de raccordement sont des pièces métalliques.



WO 2011/007100 A2



Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

DISPOSITIF DE PROTECTION DE TUYAUTERIES CONTRE LA FOUDRE

La présente invention concerne un dispositif de protection de tuyauteries contre la foudre et plus précisément un dispositif de protection des tuyauteries destinées à transporter du carburant dans les aéronefs.

L'invention s'applique plus particulièrement au cas des aéronefs dont la structure primaire et le fuselage sont constitués d'un matériau composite, non
5 conducteur ou faiblement conducteur.

Dans le cas d'un aéronef à fuselage composite, la tuyauterie métallique est plus conductrice que le fuselage et il existe un risque de cheminement des courant de foudre dans les tubes métalliques constituant les tuyauteries carburants.

10 Il est donc nécessaire de rendre la tuyauterie moins conductrice que le fuselage.

Il est par contre nécessaire de conserver une continuité électrique et une mise à la masse de la tuyauterie, afin que celle-ci ne se charge pas en électricité statique.

15 La solution de la présente invention comporte une intégration de parties isolantes ou plus résistives que la structure dans les cheminements de tuyauteries carburant.

Plus précisément la présente invention propose un dispositif de protection de tuyauteries contre la foudre, pour lequel, la tuyauterie étant constituée de
20 tronçons tubulaires métalliques raccordés les uns aux autres par des pièces de raccordement, une première partie des pièces de raccordement sont des pièces en matériau plastique et une seconde partie des pièces de raccordement sont des pièces métalliques.

Avantageusement, les tubes de la tuyauterie étant des tubes double peau comportant un tube interne et un tube externe concentriques, les pièces de raccordement comportent une pièce interne de raccordement de deux tubes internes et une pièce externe de raccordement de deux tubes externes.

- 5 Plus précisément, au moins certaines des pièces de raccordement en matériau plastique comportent des moyens de butées adaptés à maintenir un écartement destiné à empêcher la création d'un arc électrique entre les tubes qu'elles raccordent.

10 Selon un mode de réalisation particulier, les moyens d'étanchéité entre les tubes et les pièces de raccordement comportant des joints toriques isolants électriques, le dispositif comprend des moyens de raccordement électrique entre au moins certains des tubes et au moins certaines des pièces de raccordement.

15 Selon un mode de réalisation particulier, les pièces de raccordement en matériau plastique sont réalisées dans un matériau plastique comportant un polymère isolant et une charge d'un matériau conducteur en sorte de rendre le matériau suffisamment conducteur pour évacuer l'électricité statique accumulée par les tubes.

La charge est avantageusement une charge de fibres carbone.

20 Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le raccordement des tronçons se faisant au niveau de supports de reprise de fixation sur la structure, un premier tronçon est reçu par une pièce métallique, l'autre étant reçu par une pièce plastique lesdites pièce métallique et pièce plastique étant assemblées ensemble.

25 Préférentiellement, la pièce métallique est un raccord fixé au support de reprise.

Avantageusement, la pièce plastique comprend au moins un manchon se fixant sur le raccord.

30 Dans le cas d'une tuyauterie à double peau, La pièce plastique comprend un manchon externe et un manchon interne, le manchon interne comprenant une première partie formant embout de réception d'une extrémité d'un tube interne du premier tronçon ou d'un tube prolongateur dudit tube interne et une

seconde partie formant embout de raccordement d'un tube interne du second tronçon.

Selon ce mode de réalisation, le raccordement forme un raccordement mixte métal/plastique.

5 L'invention concerne en outre un aéronef comportant des tronçons de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries selon l'invention pour lequel les tronçons de la tuyauterie sont raccordés, à une première de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement isolantes et, à une seconde de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement
10 conductrices et reliées électriquement à la structure, en sorte de réaliser des segments de tuyauterie comprenant deux tronçons reliés chacun à la masse électrique de l'aéronef, lesdits segments étant électriquement isolés les uns des autres.

Les pièces de raccordement comportant des joints toriques isolants
15 électriques, des moyens de raccordement électrique sont préférablement disposés entre les tubes et les pièces de raccordement métalliques.

Selon une première variante, l'aéronef peut être tel qu'il comporte des tronçons de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries comportant des pièces de raccordement plastique chargées, pour lequel une
20 majorité de tronçons de la tuyauterie sont raccordés au moyen de pièces de raccordement plastiques chargées, des pièces de raccordement métalliques reliées électriquement à la structure étant disposés de place en place pour relier la tuyauterie localement à la masse électrique de l'aéronef.

Préférablement dans ce cas, les pièces de raccordement métallique sont
25 placées tous les quinze mètres de tuyauterie environ.

Selon une seconde variante, l'aéronef est tel qu'il comporte des tronçons de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries comprenant des pièces conductrices et des pièces isolantes pour lequel les tronçons de la tuyauterie sont raccordés, à une première de leurs extrémités,
30 au moyen de pièces de raccordement isolantes et, à une seconde de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement conductrices et reliées électriquement à la structure, en sorte de réaliser des segments de tuyauterie dont chaque tronçon est relié à la masse électrique de l'aéronef à l'une de ses

extrémités et isolé à l'autre de ses extrémités, lesdits segments étant électriquement isolés les uns des autres.

L'invention concerne en outre un procédé de protection contre la foudre de tuyauteries d'un aéronef réalisées à partir d'une pluralité de tronçons tubulaires
5 raccordés entre eux par des pièces de raccordement caractérisé en ce qu'une première partie des pièces de raccordement étant réalisées en matériau non conducteur de l'électricité et une seconde partie des pièces de raccordement étant réalisées en matériau conducteur on raccorde les tronçons tubulaires les uns aux autres en alternant des pièces de raccordement conductrices reliées
10 électriquement à la structure de l'aéronef et des pièces de raccordement non conductrices.

Alternativement, le procédé est un procédé de protection contre la foudre de tuyauteries d'un aéronef réalisées à partir d'une pluralité de tronçons tubulaires raccordés entre eux par des pièces de raccordement à haute
15 résistivité adaptées à évacuer des charges électrostatiques, pour lequel on raccorde les tronçons tubulaires auxdites pièces de raccordement à haute résistivité au moyen de tresses de raccordement et on dispose de manière périodique une pièce de raccordement métallique de mise à la masse électrique de l'aéronef tous les 10 à 20 mètres de tuyauterie et préféablement
20 environ tous les 15 mètres de tuyauterie.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description d'un exemple de réalisation non limitatif de l'invention accompagné des dessins qui représentent :

en figure 1 : une vue en perspective d'un tronçon de tuyauterie entre
25 pièces de raccordement ;

en figure 2 : une vue de côté de raccordements de plusieurs tronçons ;

en figure 3 : une vue en perspective coupe d'un raccordement de tronçons de l'invention ;

en figure 4 : un détail d'un raccordement en vue de côté en coupe.

30 en figure 5: une variante de réalisation de l'invention.

La présente invention est décrite dans le cadre d'un cheminement de tuyauteries véhiculant du kérosène dans la partie pressurisé d'un aéronef.

La figure 1 représente un tronçon 1 d'une telle tuyauterie d'alimentation en kérosène d'un aéronef.

Il s'agit d'un tronçon tubulaire fabriqué à partir de tubes de section quelconque, cylindrique ou autre.

- 5 Ce tronçon est équipé à ses extrémités de pièces de raccordement A permettant de fixer la tuyauterie à des éléments structurels de l'aéronef le long desquels chemine la tuyauterie.

Un exemple plus détaillé représentant un tronçon de tubes 2a, 2b et deux bouts de tronçons 1a, 1b et 3a, 3b est donné à la figure 2.

- 10 Du fait des normes de sécurité, le cheminement de tuyauteries carburant est constitué de tubes double peau 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b c'est à dire que le tube véhiculant le kérosène 1b, 2b, 3b est protégée par un deuxième tube 1a, 2a, 3a qui permet de récupérer d'éventuelles fuites et de contenir les agressions extérieures notamment le feu.

- 15 Le dispositif de l'invention doit résister au kérosène, la peau extérieure devant en outre résister à une température de 1100°C pendant 5min.

Cette peau extérieure doit permettre l'évacuation des charges électrostatiques vers la structure métallique 30, 31 de l'aéronef, éviter les arcs électriques et permettre l'utilisation des pièces standard existantes.

- 20 En général le tube externe est réalisé en aluminium et le tube interne en titane.

- Comme dit précédemment, dans le cas d'un aéronef réalisé majoritairement en matériaux composites, la résistivité de la structure est importante ce qui fait que les tuyauteries métalliques deviennent des chemins
25 possibles pour la foudre.

Les pièces de raccordement de la présente invention ont pour objet de créer des obstacles empêchant le passage de la foudre par les tuyauteries.

Pour ce faire, certaines des pièces de raccordement, les pièces 4a, 4b et 51 de la figure 2 sont des pièces en matériau plastique isolant.

- 30 Il y a donc rupture de continuité électrique au niveau du raccordement du tronçon comprenant les tubes 2a, 2b et du tronçon comprenant les tubes 3a, 3b.

Les pièces de raccordement représentées en perspective coupe à la figure 3 restent traditionnelles dans leur fonction mécanique de raccordement des tubes.

Une pièce interne 51 raccorde les tubes internes 1b et 2b terminés par des manchons 10a pourvu d'un joint torique d'étanchéité 9b.

La pièce interne comporte des épaulements de butée 8 qui empêchent les tubes de se rapprocher d'une distance inférieure à une distance d'isolation électrique donnée en fonction de normes applicables et dans le cas présent 25mm de longueur de surface d'isolement courante continue pour éviter les arcs rampants.

La pièce externe est ici en deux parties 4a et 4b réalisées de sorte qu'une distance minimale de 10mm de jeu d'air entre la pièce interne et les pièces externes soit respectée.

Cette pièce en deux parties reçoit les tubes externes 1a, 2a à ses deux extrémités, les tubes externes étant équipés eux aussi d'embouts terminaux 10a à joints toriques extérieurs 9a de sorte que les tubes puissent coulisser dans les pièces de raccordement pour rattraper des jeux ou dilatations tout en conservant l'étanchéité voulue.

Ces pièces plastiques permettent la reprise mécanique sur la structure au moyen des moyens de fixation tels que les trous 7 et l'isolation électrique de la tuyauterie carburant à l'une des 2 extrémités d'un tronçon.

La figure 4 représente une vue en coupe d'une partie du raccordement permettant de voir le débattement possible des tubes 1a, 1b par rapport aux pièces de raccordement.

De retour à la figure 2, à l'autre extrémité des tubes, les pièces de raccordement 6a, 6b sont constituées d'éléments métallique pour permettre l'évacuation des charges électrostatiques.

Du fait des joints toriques entre les tubes et les pièces de raccordement, les charges électrostatiques ne peuvent s'évacuer vers la structure au niveau de la reprise des tubes.

Pour pallier à ce problème, des moyens de connexion électrique comme des tresses métalliques soudées sur les tubes et/ou les pièces de raccordement ou raccordées sur les pièces de raccordement par des montages

vis/écrou sont prévus pour permettre une continuité électrique en particulier entre les pièces de raccordement 6a, 6b et les tubes 1a ou entre les tubes et le support de reprise 32.

5 Du fait de ce montage pour lequel deux tronçons de tubes sont reliés ensemble à la masse mais isolés des autres tronçons par des pièces de raccordement isolantes électriquement, les courants de foudre ne peuvent entrer dans la ligne carburant car les tuyauteries de part et d'autre de la reprise conductrice sont isolées de la structure.

10 Au niveau de la pièce de raccordement métallique, les tresses de métallisation sont par exemple en cuivre avec un étamage de protection.

La figure 5 correspond à une variante de l'invention particulièrement adaptée lorsque le raccordement des tronçons se fait au niveau de supports de reprise 32 de fixation sur la structure 30.

15 Selon cette variante, un premier tronçon est reçu par une pièce métallique 35, l'autre étant reçu par une pièce plastique 36 lesdites pièce métallique et pièce plastique 35, 36 étant assemblées ensemble.

La pièce métallique 35 est ici un raccord fixé au support de reprise 32 au moyen par exemple d'une platine de fixation 39 vissée sur le support.

20 Cette pièce métallique assure le raccordement du premier tronçon et la fixation mécanique de ce tronçon à la structure.

La pièce plastique 36 se fixe sur la pièce métallique et assure le raccordement du second tronçon et pour ce faire elle comprend au moins un manchon 36a se fixant sur le raccord 35.

25 Dans le cas d'une tuyauterie à double peau avec tube interne et tube externe, la pièce plastique comprend un manchon externe 36a de raccordement du tube externe et un manchon interne 36b de raccordement du tube interne.

30 Pour relier le premier tube interne et le second tube interne, le manchon interne 36b comprend une première partie formant embout 37 de réception d'une extrémité d'un tube interne du premier tronçon ou d'un tube prolongateur 40 dudit tube interne et une seconde partie formant embout 38 de raccordement d'un tube interne du second tronçon.

Le tube prolongateur 40 est utile notamment si l'on utilise des tubes interne externe de même longueur et qu'il faut prolonger le tube interne pour assurer la continuité de passage du carburant.

Il est concevable dans le cadre de l'invention de fixer le tube prolongateur
5 dans le raccord 35 formé par la pièce métallique, par une entretoise par exemple.

Dans ce cas, l'entretoise est préférablement métallique pour relier l'extrémité du tube interne du premier tronçon à la structure et donc à la masse de l'avion.

10 Pour rattraper les différences de longueur des tubes, l'ensemble des liaisons utilisent des dispositifs rattrapage de jeu 41, 42 sous forme de manchons tubulaires à joints toriques 43.

Côté premier tronçon, des tresses de masse sont éventuellement prévues pour ponter le dispositif de rattrapage de jeu et mettre les tubes interne et
15 externe à la masse.

Selon la variante de la figure 5, le raccordement forme un raccordement mixte métal/plastique.

L'aéronef comporte alors des tronçons de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries pour lequel les tronçons de la tuyauterie
20 sont raccordés, à une première de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement isolantes et, à une seconde de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement conductrices et reliées électriquement à la structure, en sorte de réaliser des segments de tuyauterie dont chaque tronçon est relié à la masse électrique de l'aéronef à l'une de ses extrémités et isolé à l'autre de
25 ses extrémités, lesdits segments étant électriquement isolés les uns des autres.

Cette variante permet de totalement segmenter la tuyauterie en matière électrique pour empêcher tout passage de courant de foudre tout en évacuant les charges électrostatiques au niveau de chaque tronçon.

30 De retour côté raccord isolant, les raccords isolants sont avantageusement constitués de PEEK renforcé par des fibres.

Dans le cas où les raccords sont un sur deux isolants, les fibres n'ont pas besoin d'être conductrices.

Selon un mode de réalisation particulier, il est envisagé une solution pour laquelle des raccords plastiques sont réalisés en sorte d'offrir une conductivité suffisante pour évacuer les charges d'électricité statique causée par le frottement du liquide dans les tubulures.

- 5 Par nature le PEEK est trop isolant c'est pourquoi il faut le charger de fibres conductrices telles que des fibres de carbone.

Pour la plage de résistivité nécessaire dans le cas d'un aéronaf composite, un chargement de 30% de fibre de carbone (en masse) de la matière de la pièce de raccordement permet d'évacuer les charges
10 électrostatiques sans que la pièce ne devienne susceptible de conduire la foudre.

Ceci permet de réaliser des pièces plastiques à haute résistivité restant suffisamment conductrices pour évacuer les charges accumulées sur les tubes mais suffisamment résistives pour ne pas réaliser un passage pour la
15 foudre.

Pour les aspects mécaniques de la pièces, l'utilisation de fibres longues est favorable;

De même plus les fibres sont longues plus la conductivité électrique est bonne.

- 20 Par contre les fibres longues sont plus difficile à injecter du fait qu'elles se coincent ou bloquent la vis qui pousse le PEEK dans le moule.

Un chargement par des fibres de l'ordre de 3 à 5 mm est une valeur répondant à la problématique de la réalisation de pièces suffisamment résistives pour ne pas servir de chemin à la foudre mais suffisamment
25 conductrices pour évacuer les charges d'électricité statique.

Une fois le taux de carbone et la longueur des fibres définis, il reste à s'assurer que le matériau restera homogène pendant le moulage, il est fréquent de trouver des amas de carbone tant le PEEK est sensible aux variations de température en phase visqueuse/liquide.

- 30 Une telle solution permet d'utiliser des pièces de raccordement partout identiques

La solution pour réaliser les pièces est un matériau qui résiste au fuel et le choix se porte sur un PEEK chargé avec des fibres courtes.

En dosant la concentration de fibres courtes on obtient la résistance au feu, la conductivité/résistivité et la tenue aux efforts souhaitées.

L'invention offre alors une solution de faible masse qui assure la protection des courants de foudre et l'évacuation des courants électrostatiques.

- 5 Par contre l'usage de pièces de raccordement métalliques reste dans ce cas obligatoire vis à vis de normes de conception qui demandent une mise à la masse franche des tuyauteries tous les 15 mètres environ.

- Aussi, dans ce cas et pour respecter la norme, on raccordera les tubulures majoritairement avec des pièces de raccordement plastiques chargés à haute
10 résistivité et on disposera de manière périodique, tous les 15 m environ, une pièce de raccordement métallique de mise à la masse électrique.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Dispositif de protection de tuyauteries contre la foudre, caractérisé en ce que, la tuyauterie étant constituée de tronçons tubulaires métalliques (1, 2, 3) raccordés les uns aux autres par des pièces de raccordement (6a, 6b, 4a, 4b, 51, 52), une première partie (4a, 4b, 51) des pièces de raccordement sont
5 des pièces en matériau plastique et une seconde partie (6a, 6b, 52) des pièces de raccordement sont des pièces métalliques.

2 - Dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 1, caractérisé en ce que, la tuyauterie étant réalisée au moyen de tubes double peau comportant un tube interne (1b, 2b, 3b) et un tube externe (1a, 2a, 3a)
10 concentriques, les pièces de raccordement comportent une pièce interne (51, 52) de raccordement de deux tubes internes et une pièce externe (4a, 4b, 6a, 6b) de raccordement de deux tubes externes.

3 - Dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que au moins certaines des pièces de raccordement en
15 matériau plastique comportent des moyens de butées (8) adaptés à maintenir un écartement destiné à empêcher la création d'un arc électrique entre des tubes (2b, 3b) qu'elles raccordent.

4 - Dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que, les moyens d'étanchéité
20 entre les tubes et les pièces de raccordement comportant des joints toriques (9a, 9b) isolants électriques, le dispositif comprend des moyens de raccordement électrique (12) entre au moins certains des tubes (1a, 2a) et au moins certaines des pièces de raccordement (6a, 6b).

5 - Dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les pièces de raccordement en
25 matériau plastique sont réalisées dans un matériau plastique comportant un polymère isolant et une charge d'un matériau conducteur en sorte de rendre le matériau suffisamment conducteur pour évacuer l'électricité statique accumulée par les tubes.

30 6 - Dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 5, caractérisé en ce que la charge est une charge de fibres carbone.

7 - Dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le raccordement des tronçons se faisant au niveau de supports de reprise (32) de fixation sur la structure (30), un premier tronçon est reçu par une pièce métallique (35), l'autre étant reçu par
5 une pièce plastique (36) lesdites pièce métallique et pièce plastique (35, 36) étant assemblées ensemble.

8 - Dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 7, caractérisé en ce que la pièce métallique (35) est un raccord fixé au support de reprise (32).

10 9 - Dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pièce plastique (36) comprend au moins un manchon (36a) se fixant sur le raccord (35).

10 - Dispositif de protection de tuyauteries selon les revendications 2 et 9, caractérisé en ce que la pièce plastique comprend un manchon externe
15 (36a) et un manchon interne (36b), le manchon interne comprenant une première partie formant embout (37) de réception d'une extrémité d'un tube interne du premier tronçon ou d'un tube prolongateur (40) dudit tube interne et une seconde partie formant embout (38) de raccordement d'un tube interne du second tronçon.

20 11 - Dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le raccordement forme un raccordement mixte métal/plastique.

12 - Aéronef comportant des tronçons (1, 2, 3) de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des
25 revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tronçons de la tuyauterie sont raccordés, à une première de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement isolantes et, à une seconde de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement conductrices et reliées électriquement à la structure, en sorte de réaliser des segments de tuyauterie comprenant deux tronçons
30 reliés chacun à la masse électrique de l'aéronef, lesdits segments étant électriquement isolés les uns des autres.

13 - Aéronef selon la revendication 12 caractérisé en ce que les pièces de raccordement comportant des joints toriques (9a, 9b) isolants électriques,

des moyens de raccordement électrique (12) sont disposés entre les tubes (1a, 2a) et les pièces de raccordement (6a, 6b) métalliques.

14 - Aéronef comportant des tronçons (1, 2, 3) de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'une majorité de tronçons de la tuyauterie sont raccordés au moyen de pièces de raccordement plastiques chargées, des pièces de raccordement métalliques reliées électriquement à la structure étant disposés de place en place pour relier la tuyauterie localement à la masse électrique de l'aéronef.

10 15 - Aéronef selon la revendication 14 caractérisé en ce que les pièces de raccordement métallique sont placées tous les quinze mètres de tuyauterie environ.

15 16 - Aéronef comportant des tronçons (1, 2, 3) de tuyauterie métallique et un dispositif de protection de tuyauteries selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que les tronçons de la tuyauterie sont raccordés, à une première de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement isolantes et, à une seconde de leurs extrémités, au moyen de pièces de raccordement conductrices et reliées électriquement à la structure, en sorte de réaliser des segments de tuyauterie dont chaque tronçon est relié à la masse électrique de l'aéronef à l'une de ses extrémités et isolé à l'autre de ses extrémités, lesdits segments étant électriquement isolés les uns des autres.

25 17 - Procédé de protection contre la foudre de tuyauteries d'un aéronef réalisées à partir d'une pluralité de tronçons tubulaires raccordés entre eux par des pièces de raccordement caractérisé en ce qu'une première partie des pièces de raccordement étant réalisées en matériau non conducteur de l'électricité et une seconde partie des pièces de raccordement étant réalisées en matériau conducteur on raccorde les tronçons tubulaires les uns aux autres en alternant des pièces de raccordement conductrices reliées électriquement à la structure de l'aéronef et des pièces de raccordement non conductrices.

30 18 - Procédé de protection contre la foudre de tuyauteries d'un aéronef réalisées à partir d'une pluralité de tronçons tubulaires raccordés entre eux par des pièces de raccordement à haute résistivité adaptées à évacuer des charges électrostatiques, pour lequel on raccorde les tronçons tubulaires

auxdites pièces de raccordement à haute résistivité au moyen de tresses de raccordement et on dispose de manière périodique une pièce de raccordement métallique de mise à la masse tous les 10 à 20 mètres de tuyauterie et préférentiellement environ tous les 15 mètres de tuyauterie.

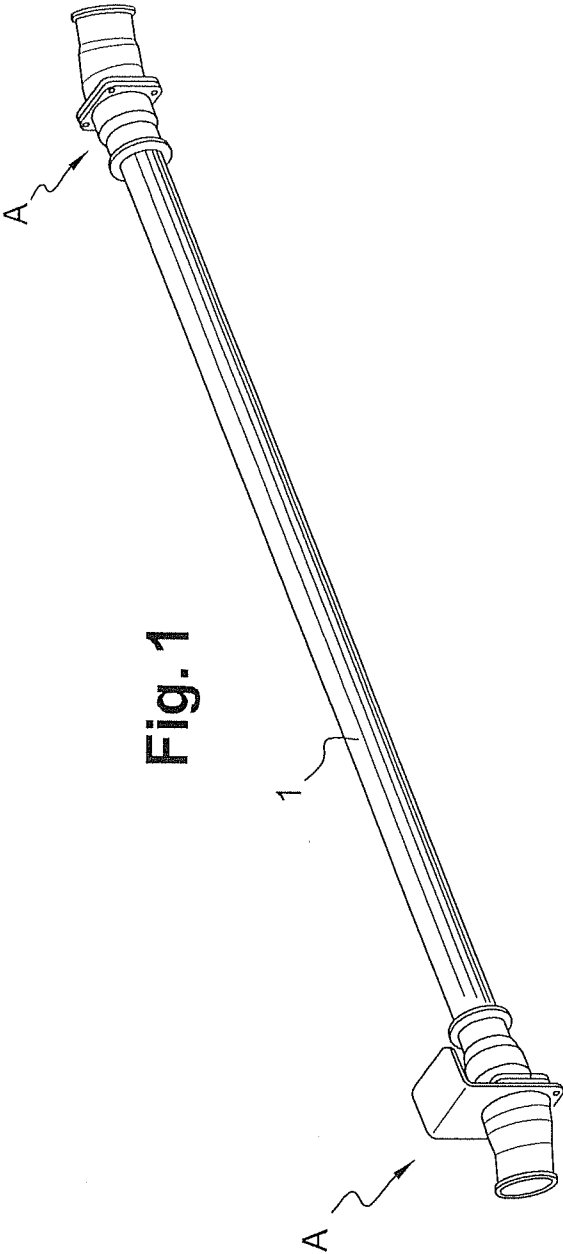


Fig. 1

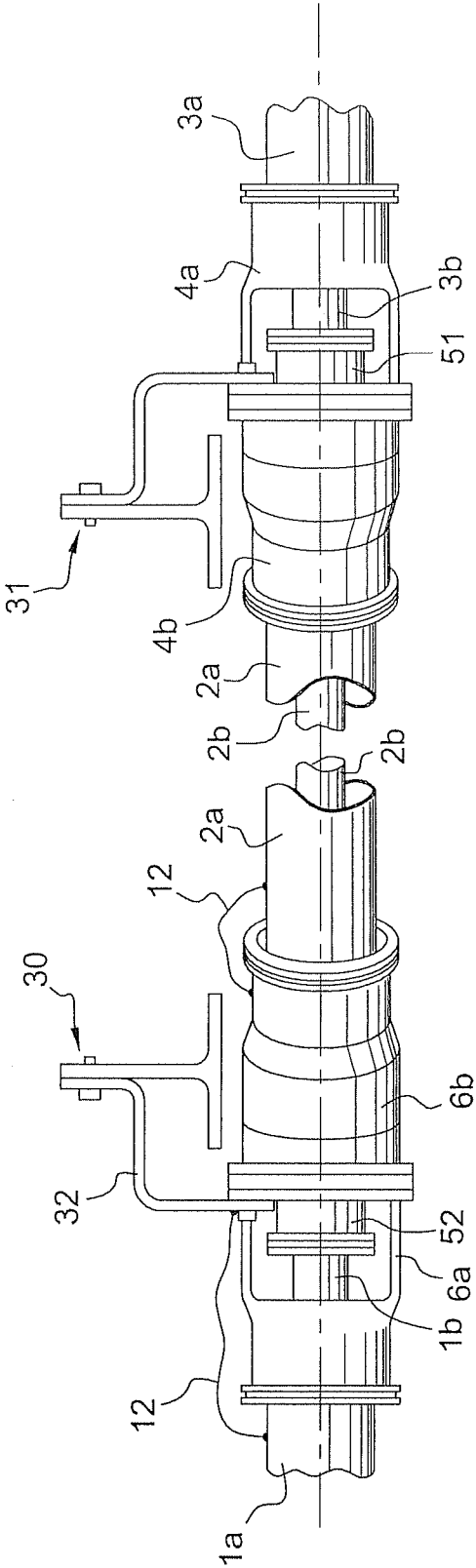


Fig. 2

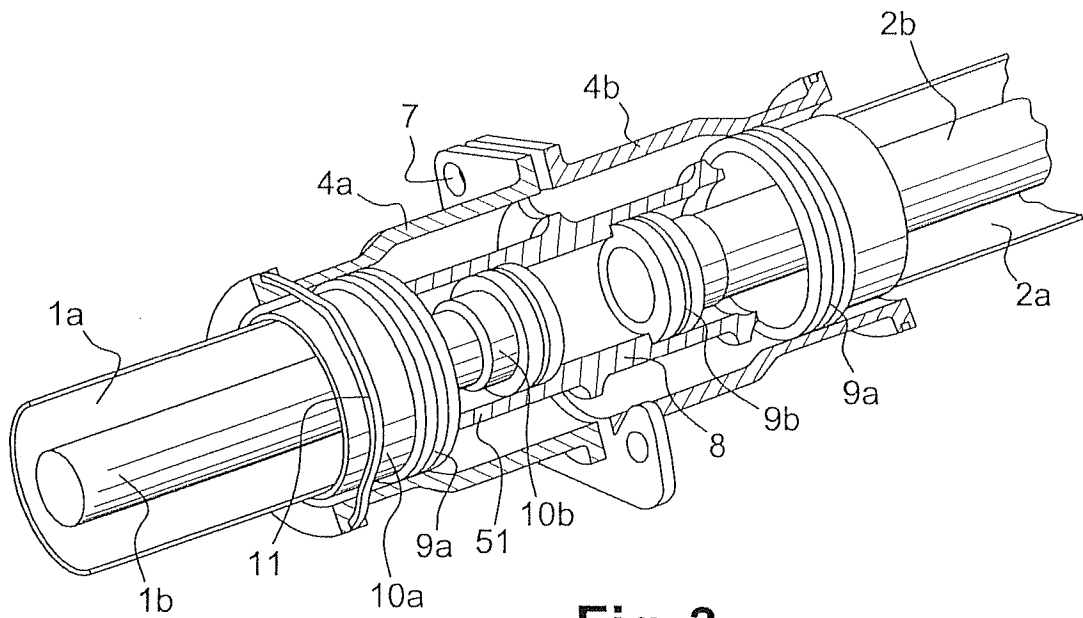


Fig. 3

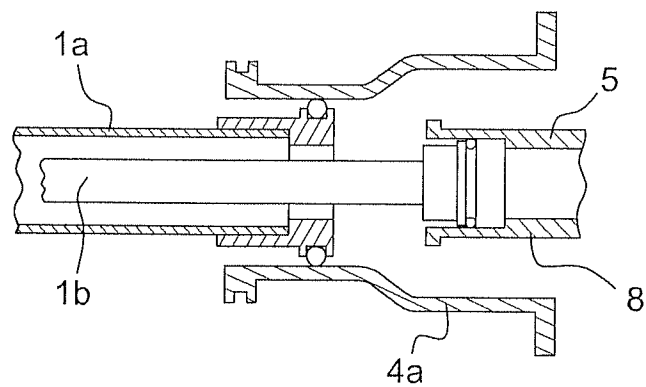


Fig. 4

Fig. 5

