



- (51) Classification internationale des brevets :
B64C 1/38 (2006.01) *C09D 5/18* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/058790
- (22) Date de dépôt international :
30 avril 2014 (30.04.2014)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1354076 3 mai 2013 (03.05.2013) FR
- (71) Déposants : EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE
AND SPACE COMPANY EADS FRANCE [FR/FR];
37, Boulevard de Montmorency, F-75016 Paris (FR). AIR-
BUS [FR/FR]; 1, Rond Point Maurice Bellonte, F-31707
Blagnac Cedex (FR).
- (72) Inventeurs : RIVES, Bertrand; Résidence Rive Gauche
APPT B05 - 87, Boulevard Gabriel KOENIGS, F-31300
Toulouse (FR). MOULARD-WAWRZYNIÉC, Marie-
Laure; 9 Ter, Chemin du Gajea, F-31700 Mondonville
(FR).
- (74) Mandataire : FOURCADE, Emmanuelle; Schmit-Chre-
tien, Parc de Basso Cambo, 4, Rue Paul Mesplé, F-31100
Toulouse (FR).
- (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : AIRCRAFT THAT CAN PROTECT AGAINST THE PENETRATION OF EXTERNAL FIRE

(54) Titre : AÉRONEF À CAPACITÉ DE PROTECTION CONTRE LA PÉNÉTRATION D'UN FEU EXTÉRIEUR

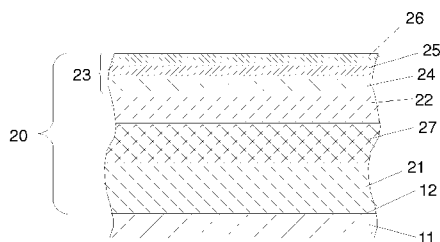


FIG 1

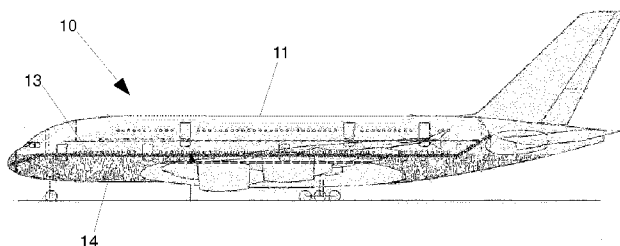


FIG 3

(57) Abstract : The invention relates to an aircraft (10) in which at least a portion of the outer surface (12) of the aircraft body (11), in particular the outer surface of the lower area of the fuselage thereof, is coated with a multilayer paint system (20) comprising at least one layer of a corrosion-inhibiting primer (22) and decorative layers (23), as well as a layer (27) of a material having intumescent properties. Said aircraft (10) has high resistance to the penetration of an external fire into the aircraft body.

(57) Abrégé : L'invention concerne un aéronef (10) dans lequel au moins une partie de la surface extérieure (12) d'un corps (11) de l'aéronef, en particulier la surface extérieure de la zone inférieure de son fuselage, est revêtue d'un système de peintures multicouche (20) comportant au moins une couche de primaire inhibiteur de corrosion (22) et des couches de décoration (23), ainsi qu'une couche (27) d'un matériau à propriétés intumescentes. Cet aéronef (10) présente une forte capacité de résistance à la pénétration, dans le corps de l'aéronef, d'un feu d'origine extérieure.

WO 2014/177600 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

AÉRONEF À CAPACITÉ DE PROTECTION CONTRE LA PÉNÉTRATION D'UN FEU EXTÉRIEUR

La présente invention s'inscrit dans le domaine de la protection des aéronefs, en particulier des aéronefs transportant des passagers, contre la pénétration d'un feu extérieur. Plus particulièrement, elle concerne un aéronef à capacité de protection contre la pénétration d'un feu extérieur, ainsi qu'un
5 procédé pour augmenter la capacité de protection d'un aéronef contre la pénétration d'un feu extérieur.

La protection des aéronefs, tels que des avions, hélicoptères, fusées, etc., et plus particulièrement des aéronefs transportant des passagers, contre la pénétration, dans la cellule recevant lesdits passagers, d'un feu d'origine
10 extérieure à l'aéronef, revêt une grande importance. En particulier, depuis le crash d'un B737 à Manchester, en 1985, au cours duquel le démarrage d'un feu à l'extérieur de la structure a donné lieu à une catastrophe causant la mort de dizaine de personnes, les autorités, tant européennes qu'américaines, ont décidé d'imposer l'équipement des aéronefs, et plus particulièrement des
15 fuselages d'avions transportant des passagers, de moyens de protection contre la pénétration d'un feu extérieur. L'objectif visé est de retarder cette pénétration suffisamment longtemps pour que les passagers puissent évacuer l'avion avant son occurrence.

La protection des aéronefs contre la pénétration d'un feu extérieur est
20 traditionnellement assurée par des systèmes d'isolation thermique / acoustique résistant au feu et limitant les flux thermiques, tels que des couvertures, matelas ou films, installés dans la partie inférieure du fuselage. La mise en œuvre de ces systèmes d'isolation s'accompagne du renforcement des éléments de structure, tels que les panneaux, les raidisseurs, etc., destinés à
25 les maintenir en place en cas de feu extérieur consécutif à un crash. Cette solution présente cependant l'inconvénient majeur d'augmenter de manière significative la masse de l'aéronef. En outre, elle nécessite de nombreuses opérations et des temps de mise en place et de maintenance élevés.

Il a par ailleurs été proposé par l'art antérieur, illustré en particulier par

les documents US 4 061 579, US 2003/003306, US 4 965 296 ou encore RU 2009 143214, de mettre en œuvre des compositions intumescentes pour la protection de pièces d'aéronefs. L'application en est, pour la plupart, le retardement de la propagation d'un feu prenant origine à l'intérieur de l'aéronef, par ignifugation de ses pièces constitutives internes. Aucun des documents de l'art antérieur n'envisage en particulier d'application des compositions intumescentes à la protection d'un aéronef contre la pénétration d'un feu extérieur.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients des systèmes d'isolation thermique / acoustique pour retarder la pénétration d'un feu extérieur dans le corps d'un aéronef proposés par l'art antérieur, notamment à ceux exposés ci-avant, en proposant un système qui permette de protéger efficacement le corps de l'aéronef contre la pénétration d'un feu extérieur, en augmentant la capacité de l'aéronef de résister contre la pénétration d'un feu extérieur, sans pour autant que sa mise en œuvre entraîne une augmentation importante de la masse de l'aéronef. Un objectif supplémentaire de l'invention est que la mise en place de ce système dans l'aéronef nécessite peu d'opérations spécifiques, et soit facile et rapide à réaliser.

A cet effet, il est proposé par la présente invention de protéger un corps de l'aéronef, c'est-à-dire la cellule recevant la charge transportée, dans la plupart des cas le fuselage, par un revêtement à fonction ignifugeante déposé sur sa surface extérieure. La surface extérieure est ici définie comme la surface en regard de l'environnement extérieur à l'aéronef.

Plus particulièrement, il est proposé selon la présente invention un aéronef, à capacité de résistance contre la pénétration d'un feu extérieur, dans lequel au moins une partie de la surface extérieure d'un corps dudit aéronef, recevant une charge à transporter, notamment des passagers, est revêtue d'un système de peintures multicouches qui comporte au moins une couche d'un matériau à propriétés intumescentes.

Les peintures intumescentes sont connues en elles-mêmes, et se caractérisent par une expansion, sous forme de mousse, lorsqu'elles sont

exposées à une élévation de température au-delà d'une certaine valeur, typiquement comprise entre 180 et 300 °C. La mousse ainsi formée présente des propriétés d'isolation thermique et de résistance à la propagation de la combustion, dont la présente invention tire avantageusement profit pour retarder la pénétration de feu dont la source se trouve à l'extérieur de l'aéronef, dans le corps de ce dernier. Il a notamment été observé par les présents inventeurs que le temps de protection ainsi obtenue est supérieur à la valeur de quatre minutes imposée par les réglementations, qui permet d'évacuer l'ensemble des passagers présents à l'intérieur du corps d'un avion avant qu'un feu extérieur n'y pénètre et n'affecte la pérennité de la structure. Ce résultat tout à fait avantageux est obtenu en l'absence des systèmes d'isolation thermique / acoustique traditionnels proposés par l'art antérieur.

Le gain de masse obtenu par la présente invention, par rapport à ces systèmes traditionnels, est en outre particulièrement élevé, et peut à titre d'exemple être évalué à environ 120 kg pour un avion de type A380.

Selon l'invention, la couche de peinture à propriétés intumescentes est avantageusement intégrée au sein du système de peintures multicouches revêtant de manière classique la surface extérieure du corps de l'aéronef, notamment en vue de sa protection contre la corrosion et de sa décoration. L'application de cette couche d'un matériau à propriétés intumescentes ne nécessite ainsi que peu d'opérations spécifiques, qui peuvent être intégrées dans un procédé plus général d'application des couches de peinture classiques sur la surface extérieure du corps de l'aéronef. Il en résulte, par rapport aux systèmes traditionnels proposés par l'art antérieur pour la résistance à la pénétration d'un feu extérieur, un gain de cycle par réduction du nombre et du temps nécessaire aux opérations de montage et de contrôle, ainsi qu'une plus grande facilité de maintenance.

Les autres couches du système de peintures multicouches selon l'invention sont classiques en elles-mêmes, et peuvent notamment consister, dans le cas d'une structure d'aéronef en aluminium, en la succession de couches suivantes, énumérées en partant de la surface extérieure du corps de

l'aéronef vers l'extérieur : primaire de base ; primaire inhibiteur de corrosion sans chromates ; et couches de décoration, comportant le cas échéant une couche intermédiaire (dite « intermediate coating »), et une couche de base (dite « base coat ») recouverte d'une couche de vernis (dite « clear coat »)

5 résistante aux rayons ultra-violets. Les couches de décoration, les plus externes de ce schéma de peintures, peuvent en particulier être éliminées par décapage chimique, lorsque le système comporte une couche intermédiaire, ou décapage mécanique, pour modifier la décoration de l'aéronef.

Selon des modes de réalisation particuliers, l'invention répond en outre

10 aux caractéristiques suivantes, mises en œuvre séparément ou en chacune de leurs combinaisons techniquement opérantes. Certaines au moins de ses caractéristiques visent à atteindre un objectif supplémentaire de l'invention, à savoir que la présence de la couche d'un matériau à propriétés intumescentes dans le système de peintures multicouches ne pénalise en rien l'esthétisme

15 des décorations externes formées par ce système sur l'aéronef. En particulier, l'invention vise à ce que la face supérieure du système de peintures multicouches, opposée à la face inférieure située en vis-à-vis du corps de l'aéronef, soit aussi lisse et brillante qu'en l'absence de la couche d'un matériau à propriétés intumescentes conforme à l'invention. Plus

20 généralement, l'invention vise à ce que le système de peintures multicouches qu'elle propose soit compatible avec les exigences standards de décoration de la surface extérieure des aéronefs.

Dans des modes de réalisation particuliers de l'invention, le matériau à propriétés intumescentes est essentiellement dépourvu de charges

25 intumescentes minérales. On entend ici, par essentiellement dépourvu, le fait que le matériau ne contient aucune charge intumescence minérale, telle que par exemple du graphite, ou seulement à l'état de traces. Les matériaux à propriétés intumescentes particulièrement préconisés par la présente invention sont ainsi du type à base de charges intumescentes organiques, par exemple

30 du type composés organophosphorés. Une telle caractéristique confère avantageusement à la couche à propriétés intumescentes une surface lisse et

d'aspect brillant.

Préférentiellement, le matériau à propriétés intumescentes est obtenu à partir d'une composition comportant au moins les agents d'intumescence suivants, classiques en eux-mêmes :

- 5 - un agent d'expansion, autrement appelé agent de gonflant, c'est-à-dire un composé apte à libérer, sous l'action de la chaleur, une quantité importante de gaz non inflammables et non dangereux, tel que l'azote, le dioxyde de carbone, etc., provoquant l'expansion du matériau. A titre d'exemple de tels agents d'expansion, on peut notamment citer les composés
- 10 azotés tels que l'urée, la mélamine ou ses dérivés, cyanurate de mélamine, phosphate de mélamine, diphosphate de mélamine, pyrophosphate de mélamine, etc., les sels d'amine, etc., ou un de leurs mélanges. Cet agent ou ce mélange d'agents d'expansion peut par exemple être présent à une concentration de 5 à 35 % en poids, par rapport au poids total de la
- 15 composition ;

- un composé source de carbone, assurant la formation d'une mousse carbonée sous exposition à la chaleur, par exemple un composé organique polyhydroxylé notamment choisi parmi les carbohydrates, les sucres, amidons, l'éthylène glycol, le propylène glycol, le polyéthylène glycol, le
- 20 triméthylolpropane, les mono- ou polypentaérythritols, les copolymères éthylène/alcool vinylique, etc., ou un de leurs mélanges. La teneur de la composition en tel(s) composé(s) source de carbone peut par exemple être comprise entre 1 et 35 % en poids du poids total de la composition ;

- un composé source d'acide, également désigné par les termes
- 25 agent moussant, apte à libérer, lorsqu'il est soumis à une élévation de température, un acide, tel que l'acide phosphorique, apte à réagir avec les fonctions hydroxyle de l'agent source de carbone. Des exemples de tels composés sont les composés organophosphorés tels que les phosphates, par exemple le polyphosphate d'ammonium, le phosphate d'ammonium, le
- 30 polyphosphate de potassium ou le phosphate de mélamine, les organophosphites, les organophosphates, les acides alkylphosphiniques, les

acides aminoalkylphosphiniques, les acides carboxyalkylphosphoniques, etc., ou un de leurs mélanges. La teneur de la composition en tel(s) agent(s) source d'acide peut par exemple être comprise entre 10 et 85 % en poids du poids total de la composition ;

5 - un liant filmogène, pouvant ou non être associé à un solvant organique, en particulier une résine du type époxy-amine ou polyuréthane. Après séchage, le matériau à propriétés intumescents selon l'invention comporte ainsi de préférence une matrice polymère du type époxy-amine ou polyuréthane. Les matrices polymères du type époxy-amine sont plus
10 particulièrement préférées dans le cadre de l'invention, car mieux compatibles avec les matériaux entrant classiquement dans la composition des systèmes de peintures conventionnels appliqués sur la surface extérieure des aéronefs. La teneur en liant filmogène dans la composition peut notamment être comprise entre 1 et 50 % en poids.

15 Préférentiellement, le matériau intumescent est choisi pour être apte à dégager des quantités importantes de gaz, et présenter une capacité d'expansion relativement faible, par exemple d'environ dix fois l'épaisseur initiale de la couche. Une capacité d'expansion d'au moins huit fois l'épaisseur initiale de la couche s'avère cependant avantageuse en terme d'efficacité de
20 retardement de la pénétration du feu.

On ne préjugera pas ici des mécanismes sous-tendant le phénomène d'intumescence. Il est cependant généralement admis que le principe des peintures intumescents met en œuvre différentes réactions chimiques en chaîne, comprenant successivement, sous l'action de la chaleur : un
25 adoucissement de la matrice polymère, lorsque la température ambiante dépasse la température de transition vitreuse du polymère ; la synthèse d'un acide organique, par exemple de l'acide phosphorique, par décomposition du composé source d'acide ; une réaction de carbonisation, par réaction entre l'acide ainsi généré et le composé source de carbone, pour former de l'eau et
30 des composés intermédiaires, tels que des esters de phosphate, qui se décomposent pour conduire à la formation d'une structure carbonée,

couramment nommée « char » ; la formation de gaz par décomposition de l'agent d'expansion ; la formation d'une mousse par piégeage dans le char de ces gaz et de vapeur d'eau ; et la solidification de cette mousse par création d'un réseau tridimensionnel ponté chimiquement, par réaction de type pyrolyse d'ester ou aromatisation.

La mousse ainsi formée est apte à absorber la chaleur à laquelle elle est soumise pour maintenir la température de la surface extérieure du corps de l'aéronef à une valeur suffisamment faible, et elle présente des propriétés de résistance au feu suffisantes, pour maintenir l'intégrité structurale du corps de l'aéronef exposé au feu extérieur pendant un temps supérieur à cinq minutes.

Dans des modes de réalisation particuliers de l'invention, la couche d'un matériau à propriétés intumescents présente une épaisseur comprise entre 200 et 240 μm . Une telle caractéristique confère avantageusement le meilleur compromis entre le poids du système de peinture, le plus faible possible, et la performance de retardement de la pénétration d'un feu extérieur, la plus élevée possible, ainsi notamment que la durabilité et la résistance aux effets de la foudre.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la couche d'un matériau à propriétés intumescents présente de préférence en surface une rugosité arithmétique R_a , exprimant la moyenne des valeurs absolues des écarts entre le profil de la surface et une ligne moyenne de ce profil, qui est inférieure à 0,8 μm , et/ou une rugosité totale R_t , correspondant à la somme du pic maximal et du creux maximal observés sur la longueur analysée, qui est inférieure à 6,5 μm . De telles caractéristiques de rugosité assurent notamment une compatibilité de la couche intumescence avec les exigences édictées pour la grande majorité des avions de lignes commerciales, en ce qui concerne les systèmes de peintures mis en œuvre pour la décoration extérieure.

Dans des modes de réalisation particuliers particulièrement avantageux de l'invention, la couche d'un matériau à propriétés intumescents est stable aux températures inférieures à 160 °C, c'est-à-dire notamment que

sa fonction intumescente ne se déclenche pas en-deçà de cette température. En outre, elle est choisie de telle sorte qu'une exposition même prolongée à une température d'environ 150 °C ne provoque ni son craquellement, ni son pelage, ni son endommagement, y compris en situation de courbure.

5 Dans des variantes de l'invention, la couche d'un matériau à propriétés intumescentes est distincte des autres couches entrant dans la constitution du système de peintures conforme à l'invention. Dans de tels modes de réalisation particuliers de l'invention, l'épaisseur de la couche intumescente est alors de préférence comprise entre 200 et 230 μm , par exemple d'environ 200 μm .

10 Cette couche peut en particulier être intercalée dans ce système de peintures entre une couche de primaire de base et une couche de primaire inhibiteur de corrosion, classiques en eux-mêmes, ou encore être intercalée entre une couche de primaire inhibiteur de corrosion et des couches de décoration, également classiques en elles-mêmes.

15 Dans d'autres variantes de l'invention, le matériau à propriétés intumescentes est intégré dans une couche de primaire inhibiteur de corrosion du système de peintures, si bien que la couche à fonction intumescente et la couche à fonction de protection contre la corrosion sont confondues et ne forment avantageusement qu'une seule et même couche multifonctionnelle.

20 Ceci est obtenu par intégration du mélange des agents intumescents adéquats dans une composition utilisée de manière classique pour la formation de la couche de primaire anticorrosion sur la surface extérieure de l'aéronef.

 Dans de telles variantes de l'invention, différentes formulations du primaire inhibiteur de corrosion formant la couche peuvent être mises en

25 œuvre. Par exemple, peuvent être utilisés, outre des composants classiques tels que des talcs, du noir de carbone, des additifs, des composés organiques volatils, etc., des inhibiteurs de corrosion de type chromates de strontium, combinés à des résines époxy-amine fortement réticulées, de grande souplesse. La fonction intumescente de la couche assurant ainsi à la fois les

30 fonctions de barrière à la pénétration du feu et d'inhibition de la corrosion, peut

être obtenue par modification de la résine époxy-amine afin d'augmenter la souplesse du matériau en modifiant le nombre de groupements fonctionnels disponibles sur la chaîne hydrocarbonée principale, cette modification étant combinée à l'adjonction des agents organiques d'intumescence tels que décrits
5 ci-avant, et à une réduction de la granulométrie des charges minérales classiquement utilisées pour la constitution du primaire inhibiteur de corrosion.

Préférentiellement, lorsque le matériau à propriétés intumescents est intégré dans une couche de primaire inhibiteur de corrosion, l'épaisseur de la couche ainsi constituée est comprise entre 220 et 240 μm .

10 Dans de tels modes de réalisation particuliers de l'invention, il est en outre notamment avantageux que le système de peintures multicouches soit appliqué sur sensiblement l'intégralité de la surface extérieure du corps de l'aéronef, en particulier pour des raisons de commodité de mise en œuvre industrielle.

15 Dans des modes de réalisation particuliers de l'invention, le corps de l'aéronef revêtu, conformément à l'invention, d'un système de peintures multicouches sur au moins une partie, et le cas échéant sensiblement la totalité, de sa surface extérieure, est un fuselage de l'aéronef.

Dans de tels modes de réalisation, préférentiellement, au moins la
20 surface extérieure de la partie du fuselage de l'aéronef inférieure à une ligne médiane de l'aéronef, c'est-à-dire l'intrados de l'aéronef, est sensiblement entièrement revêtue du système de peintures multicouches conforme à l'invention. On entend ici, par sensiblement entièrement, le fait que la majeure partie de cette surface de l'intrados de l'aéronef est revêtue de ce système de
25 peintures. Il en résulte une protection optimale de l'intérieur du corps de l'aéronef vis-à-vis des feux extérieurs prenant leur origine au niveau des moteurs de l'aéronef. Dans les modes de réalisation dans lesquels le matériau à propriétés intumescents est intégré dans une couche de primaire inhibiteur de corrosion du système de peintures multicouches, ce dernier revêt
30 préférentiellement sensiblement l'intégralité de la surface extérieure du fuselage de l'aéronef, c'est-à-dire aussi bien l'intrados que l'extrados, partie du

fuselage de l'aéronef supérieure à la ligne médiane de l'aéronef.

Selon un autre aspect, la présente invention concerne un procédé de protection d'un aéronef contre la pénétration d'un feu extérieur dans un corps dudit aéronef, selon lequel on applique, sur au moins une partie de la surface
5 extérieure du corps, un système de peintures multicouches comportant au moins une couche d'un matériau à propriétés intumescentes, répondant à l'une ou plusieurs des caractéristiques ci-avant.

Cette application est préférentiellement réalisée sur au moins la surface extérieure de l'intrados du fuselage de l'aéronef, le cas échéant sur
10 sensiblement l'intégralité de la surface extérieure de ce fuselage.

L'application de chacune des couches du système de peintures multicouches peut être réalisée par des techniques classiques en elles-mêmes, par exemple du type par spray ou jet d'encre, au rouleau, etc., et être suivie d'une étape de séchage. Un contrôle fin du procédé par application
15 automatisée, par exemple par l'intermédiaire d'un robot, est toutefois privilégié afin de garantir systématiquement l'épaisseur minimale souhaitée pour la couche à propriétés intumescentes.

L'invention sera maintenant plus précisément décrite dans le cadre de modes de réalisation particuliers, qui n'en sont nullement limitatifs, représentés
20 sur les figures 1 à 3, dans lesquelles :

- la figure 1 représente une vue en coupe transversale d'un système de peintures multicouches selon un mode de réalisation particulier de l'invention, appliqué sur la surface extérieure de la peau d'un fuselage d'aéronef ;

- la figure 2 représente une vue en coupe transversale d'un système de peintures multicouches selon un mode de réalisation différent de l'invention, appliqué sur la surface extérieure de la peau d'un fuselage d'aéronef ;

- et la figure 3 illustre de manière schématique un aéronef recouvert sur une partie de la surface extérieure de son fuselage d'un système de
30 peintures multicouches conforme à un mode de réalisation de l'invention.

Un exemple de système de peintures multicouches conforme à l'invention est montré de manière schématique sur la figure 1. Sur cette figure 1, les épaisseurs relatives des différentes couches de ce système de peintures ont été choisies à titre d'exemple, et de manière à faire apparaître
5 clairement chacune de ces couches, et ces épaisseurs relatives ne doivent nullement être considérées comme limitatives ou même représentatives d'un système de peintures réel.

Pour des besoins de facilité de description, on considérera dans cet exemple, en tant que corps de l'aéronef, le fuselage 11 en aluminium d'un
10 avion.

Sur la surface extérieure 12 de ce fuselage 11, c'est-à-dire la surface faisant face à l'environnement extérieur de l'aéronef, est appliqué un système de peintures multicouches 20.

Ce système de peintures 20 comporte une pluralité de couches
15 classiques en elles-mêmes pour la protection de l'aéronef contre la corrosion et sa décoration extérieure. Il comprend notamment, disposées les unes au-dessus des autres sur la surface extérieure 12 du fuselage 11 :

- une couche de primaire de base 21, par exemple d'épaisseur comprise entre 15 et 25 μm . Une telle couche peut par exemple être formée à
20 partir d'une composition comportant une résine époxy-amine et de chromates de strontium. L'ensemble est initialement associé, avant séchage, à une phase solvant qui peut varier de simples composés organiques volatils à des systèmes hydrodiluable ;

- une couche de primaire inhibiteur de corrosion sans chromates 22,
25 par exemple d'épaisseur comprise entre 15 et 25 μm . La composition chimique de cette couche est par exemple basée sur un bi-composant de résines époxy-amine combinées à des inhibiteurs de corrosion organiques ;

- et un ensemble de couches dites de décoration 23, comprenant par exemple :

- une couche intermédiaire 24, disposée au-dessus de la couche
30

de primaire inhibiteur de corrosion 22, présentant par exemple une épaisseur comprise entre 6 et 12 μm . La composition chimique de cette couche est basée sur un mono-composant de polyamide ;

- 5 - une couche de base 25, présentant par exemple une épaisseur comprise entre 30 et 90 μm , en fonction de la couleur et du pouvoir couvrant des pigments à appliquer. Cette couche est par exemple formée à base de résines polyuréthane tri-composants ;
- 10 - et, en tant que couche supérieure, au moins une couche de vernis 26, présentant par exemple une épaisseur comprise entre 30 et 60 μm . Cette couche peut par exemple être formée à base de résines polyuréthane à haut nombre de groupements fonctionnels, assurant un haut degré de réticulation.

15 Le système de peintures multicouches 20 comporte également avantageusement une couche 27 d'un matériau à propriétés intumescents, qui est intercalée entre la couche de primaire de base 21 et la couche de primaire inhibiteur de corrosion 22.

L'épaisseur initiale de cette couche à fonction intumescents 27 peut être comprise entre 200 et 230 μm . Elle est par exemple d'environ 200 μm .

20 L'épaisseur initiale de l'ensemble du système de peintures multicouches ainsi formé est par exemple comprise entre 530 et 560 μm .

La couche à fonction intumescents 27 présente en outre une rugosité de surface telle que sa rugosité arithmétique R_a soit inférieure à 0,8 μm et sa rugosité totale R_t soit inférieure à 6,5 μm .

25 Le matériau à propriétés intumescents qui la constitue est du type à charges fonctionnelles organiques, dans une matrice polymère, par exemple une matrice polymère du type époxy-amine.

L'application des ces différentes couches sur la surface extérieure 12 du fuselage 11 de l'aéronef peut s'effectuer par toute technique classique en

elle-même, par exemple par jet d'encre, le fuselage ayant au préalable été soumis aux opérations de préparation de surface conventionnelles nécessaires à cet effet.

Une variante de système de peintures multicouches conforme à
5 l'invention est représentée sur la figure 2.

Dans cette variante, le système de peintures multicouches 30 comporte l'ensemble des couches décrites ci-avant en référence à la figure 1, déposées sur la surface extérieure 12 du fuselage 11 de l'aéronef, mais dans un ordre différent. La couche 27 de matériau à propriétés intumescentes est en
10 effet intercalée entre la couche de primaire inhibiteur de corrosion 22 et l'ensemble de couches de décoration 23.

Comme illustré sur la figure 3, dans des modes de réalisation particuliers de l'invention, le système de peintures multicouches conforme à l'invention, c'est-à-dire incluant une couche d'un matériau à propriétés
15 intumescentes, est préférentiellement appliqué au moins sur la surface extérieure de la zone 14 du fuselage 11 de l'aéronef 10 disposée en-dessous d'une ligne médiane 13 de l'aéronef. Cette zone inférieure, indiquée en grisé sur la figure, correspond à ce qui est communément nommé l'intrados de l'aéronef.

20 Sur les autres parties de la surface extérieure du fuselage 11 est appliqué un système de peintures multicouches traditionnel, c'est-à-dire ne comportant pas de couche à propriétés intumescentes.

Lorsque cet aéronef 10 est exposé à un feu d'origine extérieure, généralement émanant de ses moteurs après un crash, l'élévation de
25 température extérieure provoquée par ce feu entraîne le déclenchement de la fonction intumescence du système de peintures. Plus particulièrement, la couche 27 du matériau à propriétés intumescentes subit une expansion et forme une mousse thermiquement isolante, qui retarde la propagation de la combustion et isole du feu l'intérieur du fuselage 11. La résistance à la
30 pénétration du feu extérieur dans le fuselage 11 est avantageusement

opérante durant plus de 5 minutes, ce qui laisse le temps d'évacuer les passagers hors du fuselage 11 de l'aéronef.

Ce résultat est avantageusement obtenu en pénalisant peu la masse de l'aéronef, et sans en pénaliser aspect esthétique extérieur.

- 5 Lorsque le matériau à propriétés intumescents est intégré à la couche de primaire inhibiteur de corrosion du système de peintures, il peut être préféré de revêtir l'ensemble de la surface extérieure du fuselage de l'aéronef, c'est-à-dire tant l'intrados que l'extrados, du système de peintures selon l'invention.

REVENDICATIONS

1. Aéronef (10) dans lequel au moins une partie de la surface extérieure (12) d'un corps (11) dudit aéronef est revêtue d'un système de peintures multicouches (20, 30), caractérisé en ce que ledit système de peintures comporte au moins une couche (27) d'un matériau à propriétés
5 intumescentes.

2. Aéronef selon la revendication 1, dans lequel le matériau à propriétés intumescentes est essentiellement dépourvu de charges intumescentes minérales.

3. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans
10 lequel le matériau à propriétés intumescentes comporte une matrice polymère du type époxy-amine ou polyuréthane.

4. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la couche (27) d'un matériau à propriétés intumescentes présente une épaisseur comprise entre 200 et 240 μm .

15 5. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la couche (27) d'un matériau à propriétés intumescentes présente en surface une rugosité arithmétique R_a inférieure à 0,8 μm et/ou une rugosité totale R_t inférieure à 6,5 μm .

6. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans
20 lequel la couche (27) d'un matériau à propriétés intumescentes est stable aux températures inférieures à 160 °C.

7. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la couche (27) d'un matériau à propriétés intumescentes est intercalée dans ledit système de peintures (20) entre une couche de primaire de base
25 (21) et une couche de primaire inhibiteur de corrosion (22).

- 8.** Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la couche (27) d'un matériau à propriétés intumescents est intercalée dans ledit système de peintures (30) entre une couche de primaire inhibiteur de corrosion (22) et des couches de décoration (23).
- 5 **9.** Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le matériau à propriétés intumescents est intégré dans une couche de primaire inhibiteur de corrosion (22) dudit système de peintures.
- 10.** Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel ledit corps est un fuselage (11) de l'aéronef (10).
- 10 **11.** Aéronef selon la revendication 10, dans lequel au moins la surface extérieure (11) de la partie (14) du fuselage (11) de l'aéronef (10) inférieure à une ligne médiane (13) dudit aéronef est revêtue dudit système de peintures multicouches (20, 30).
- 12.** Procédé de protection d'un aéronef (10) contre la pénétration d'un
15 feu extérieur dans un corps (11) dudit aéronef, selon lequel on applique sur au moins une partie de la surface extérieure (11) dudit corps un système de peintures multicouches (20, 30) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/1

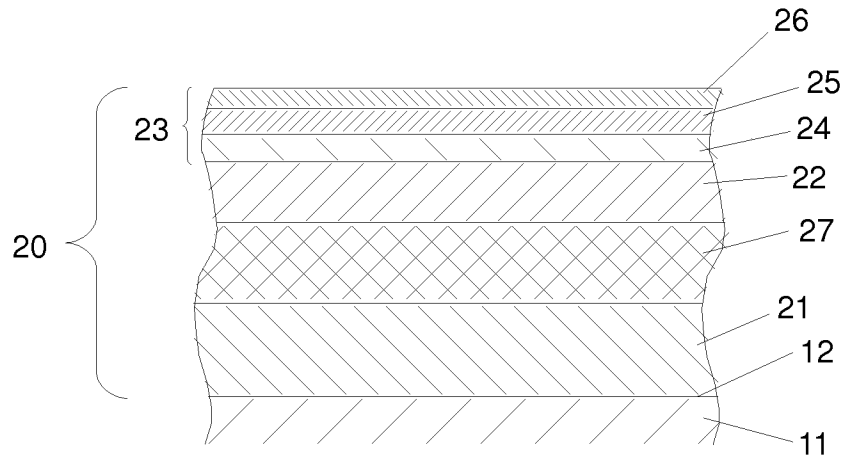


FIG 1

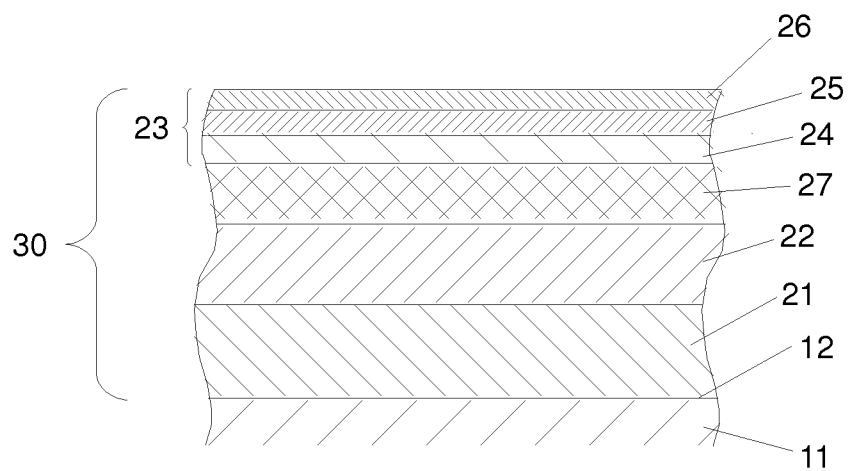


FIG 2

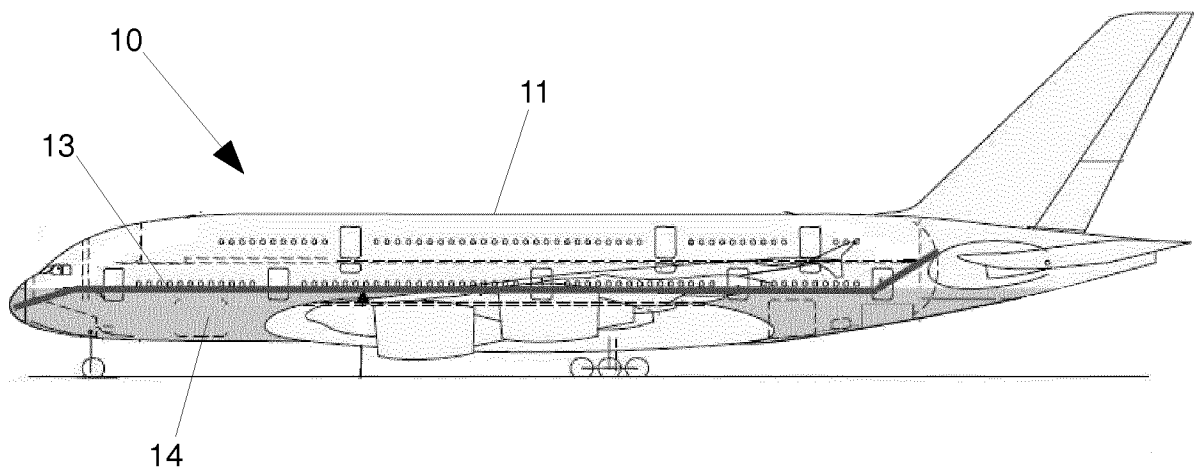


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/058790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64C1/38 C09D5/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B64C C09D B64D B64F A62C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 061 579 A (SAWKO PAUL M ET AL) 6 December 1977 (1977-12-06) abstract; claim 1; figure 1; example 1 column 6, line 3 - line 34 -----	1-9,12
X	US 2003/003306 A1 (WONG JIM L [US] ET AL) 2 January 2003 (2003-01-02) abstract; figure 2 -----	1,12
X	US 4 965 296 A (HASTINGS OTIS H [US]) 23 October 1990 (1990-10-23) abstract; claim 1; figures 1-8 column 6, line 25 - line 31 -----	1,2, 10-12
X	RU 2009 143214 A (G OBRAZOVATEL NOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFESSIONAL NOGO OBRAZOVANIJA) 27 May 2011 (2011-05-27) abstract ----- -/-	1,3,12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 2014

Date of mailing of the international search report

07/07/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Podratzky, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/058790

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/096827 A1 (WAGH ARUN [US]; COLLINS ANTHONY [US]) 26 August 2010 (2010-08-26) abstract; claim 1; figure 1 paragraphs [0049], [0051], [0062] -----	1-9,12
A	US 5 925 457 A (MCGINNISS VINCENT D [US] ET AL) 20 July 1999 (1999-07-20) abstract claims 1, 2; table 1 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/058790

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4061579	A	06-12-1977	NONE
US 2003003306	A1	02-01-2003	US 2003003306 A1 02-01-2003 US 2004147634 A1 29-07-2004
US 4965296	A	23-10-1990	AU 656719 B2 16-02-1995 AU 6872891 A 31-05-1991 BG 60167 A3 15-11-1993 BR 9007817 A 22-09-1992 CA 2072024 A1 07-05-1991 EP 0500762 A1 02-09-1992 FI 922037 A 06-05-1992 HU 216542 B 28-07-1999 JP H05502051 A 15-04-1993 PH 27312 A 28-05-1993 US 4965296 A 23-10-1990 WO 9106595 A1 16-05-1991
RU 2009143214	A	27-05-2011	NONE
WO 2010096827	A1	26-08-2010	US 2011023748 A1 03-02-2011 WO 2010096827 A1 26-08-2010
US 5925457	A	20-07-1999	AU 3886195 A 04-03-1996 EP 0851900 A2 08-07-1998 US 5487946 A 30-01-1996 US 5603990 A 18-02-1997 US 5925457 A 20-07-1999 WO 9603854 A2 15-02-1996

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2014/058790

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B64C1/38 C09D5/18
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B64C C09D B64D B64F A62C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 061 579 A (SAWKO PAUL M ET AL) 6 décembre 1977 (1977-12-06) abrégé; revendication 1; figure 1; exemple 1 colonne 6, ligne 3 - ligne 34 -----	1-9,12
X	US 2003/003306 A1 (WONG JIM L [US] ET AL) 2 janvier 2003 (2003-01-02) abrégé; figure 2 -----	1,12
X	US 4 965 296 A (HASTINGS OTIS H [US]) 23 octobre 1990 (1990-10-23) abrégé; revendication 1; figures 1-8 colonne 6, ligne 25 - ligne 31 ----- -/--	1,2, 10-12



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 juin 2014

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/07/2014

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Podratzky, Andreas

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	RU 2009 143214 A (G OBRAZOVATEL NOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFESSIONAL NOGO OBRAZOVANIJA) 27 mai 2011 (2011-05-27) abrégé -----	1,3,12
X	WO 2010/096827 A1 (WAGH ARUN [US]; COLLINS ANTHONY [US]) 26 août 2010 (2010-08-26) abrégé; revendication 1; figure 1 alinéas [0049], [0051], [0062] -----	1-9,12
A	US 5 925 457 A (MCGINNISS VINCENT D [US] ET AL) 20 juillet 1999 (1999-07-20) abrégé revendications 1, 2; tableau 1 -----	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2014/058790

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4061579	A	06-12-1977	AUCUN	
US 2003003306	A1	02-01-2003	US 2003003306 A1	02-01-2003
			US 2004147634 A1	29-07-2004
US 4965296	A	23-10-1990	AU 656719 B2	16-02-1995
			AU 6872891 A	31-05-1991
			BG 60167 A3	15-11-1993
			BR 9007817 A	22-09-1992
			CA 2072024 A1	07-05-1991
			EP 0500762 A1	02-09-1992
			FI 922037 A	06-05-1992
			HU 216542 B	28-07-1999
			JP H05502051 A	15-04-1993
			PH 27312 A	28-05-1993
			US 4965296 A	23-10-1990
			WO 9106595 A1	16-05-1991
RU 2009143214	A	27-05-2011	AUCUN	
WO 2010096827	A1	26-08-2010	US 2011023748 A1	03-02-2011
			WO 2010096827 A1	26-08-2010
US 5925457	A	20-07-1999	AU 3886195 A	04-03-1996
			EP 0851900 A2	08-07-1998
			US 5487946 A	30-01-1996
			US 5603990 A	18-02-1997
			US 5925457 A	20-07-1999
			WO 9603854 A2	15-02-1996