

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.07.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.01.21 Bulletin 21/04.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : ROUBY Michel, SAUVESTY Jean-
Charles et SIMON Sébastien.

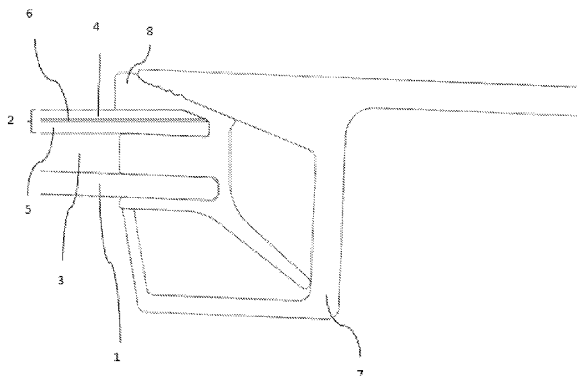
⑦③ Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : SAINT-GOBAIN RECHERCHE.

⑤④ Hublot d'avion allégé à faible traînée.

⑤⑦ Hublot d'avion allégé à faible traînée.
L'invention concerne un hublot d'avion composé d'une
dalle intérieure monolithique (1) en matériau polymère et
d'une dalle extérieure feuilletée (2) en verre séparées par
une lame d'air (3).

Figure pour l'abrégé : Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Hublot d'avion allégé à faible traînée

- [0001] La présente invention concerne un hublot d'avion allégé à faible traînée, c'est-à-dire qui, sous l'effet de la pressurisation du volume intérieur de l'avion en vol, ne se déforme pas en formant par rapport à la carrosserie de l'avion environnante, une ex-croissance pénalisante d'un point de vue aérodynamique et de la consommation énergétique pour propulser l'avion.
- [0002] Sont ici particulièrement visés les hublots du type à deux dalles séparées par une lame d'air. On connaît de tels hublots d'avion à deux dalles en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA). En cas de rupture de la dalle extérieure, la dalle intérieure permet de maintenir le volume intérieur de l'avion sous une pression désirée. Même si la dalle intérieure (ou le joint périphérique avec lequel elle est en contact) est communément munie d'un petit trou traversant permettant de maintenir la lame d'air sous la pression du volume intérieur de l'avion en vol dans les conditions normales, cette dalle intérieure est apte à maintenir ce volume intérieur de l'avion sous pression désirée en vol en cas de rupture de la dalle extérieure, car ce trou est suffisamment petit ; dans ce cas, un sifflement peut se produire.
- [0003] Les inventeurs se sont rendu compte que le remplacement de la dalle extérieure en matériau polymère monolithique, épaisse et lourde, pouvait être remplacée par un feuilleté en verre plus léger, dont il était possible de sélectionner les constituants de sorte que, dans les conditions de vol, la surface extérieure du feuilleté épouse la courbure de la carlingue de l'avion environnante.
- [0004] A cet effet, l'invention a pour objet un hublot d'avion composé d'une dalle intérieure monolithique en matériau polymère et d'une dalle extérieure feuilletée en verre séparées par une lame d'air. Les constituants de la dalle extérieure feuilletée en verre, notamment les feuilles de verre, sont aisément sélectionnés et dimensionnés pour obtenir notamment une raideur en flexion de la dalle extérieure telle que, sous l'effet de la pressurisation du volume intérieur de l'avion en vol, la courbure de la surface extérieure de cette dalle soit sensiblement la même que celle de son environnement de montage (carlingue de l'avion), garantissant le meilleur aérodynamisme de l'ensemble. Les termes « intérieur(es) », « extérieur(es) » se réfèrent ici à l'intérieur et l'extérieur de l'avion.
- [0005] Il doit être souligné que la surface extérieure du hublot en contact avec l'air est en verre, ce qui est avantageux par rapport à un matériau comme le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) ou équivalent qui, directement abrasé par les frottements de l'air, perd de bonnes qualités optiques de transparence, contrairement au verre, nécessitant au bout d'un certain nombre d'heures de vol de repolir le PMMA. L'invention permet

donc de s'affranchir de cette opération de maintenance.

- [0006] La mise en œuvre, conformément à l'invention, d'une dalle extérieure feuilletée en verre, permet d'intégrer une couche adhésive intercalaire à fonction d'amortissement acoustique, comme il sera vu plus en détail dans les exemples de réalisation ci-dessous.
- [0007] L'emploi du verre feuilleté permet également l'intégration de couches fonctionnelles au sein de la structure feuilletée, telles que de contrôle solaire, bas-émissives protégées aussi bien de l'atmosphère extérieure qu'intérieure, des couches de modification de la transmission lumineuse (SPD – Suspended Particle Device -, électrochrome). Certaines de ces couches, notamment métalliques, peuvent être formées selon des motifs ou patterns avec des trous sans couche, aptes à permettre le passage des ondes GSM, 3G, 4G, 5G et équivalentes.
- [0008] Il est également intéressant de munir la face du hublot en contact avec l'air extérieur d'une couche de modification de la tension de surface telle qu'hydrophobe, hydrophile, voire active telle que photocatalytique du type à nanoparticules de TiO_2 à effet auto-nettoyant, sans sortir du cadre de l'invention.
- [0009] La structure du hublot de l'invention facilite aussi l'intégration d'antennes telles que wifi.
- [0010] Selon des modes particuliers de réalisation :
 - la dalle intérieure monolithique est en matériau polymère comprenant un poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), un polycarbonate (PC) seuls ou en mélanges ou copolymères de plusieurs d'entre eux.
 - la dalle extérieure feuilletée est constituée de deux feuilles de verre collées au moyen d'une couche adhésive intercalaire.
 - l'épaisseur de la feuille de verre extérieure est comprise entre 0,2 et 2,6, de préférence 1,6 et 2,4 mm, et l'épaisseur de la feuille de verre intérieure est comprise entre 0,2 et 2,1, de préférence 0,4 et 1,9 mm.
 - la dalle extérieure feuilletée comprend des feuilles de verre en verre renforcé chimique, de nature sodocalcique, aluminosilicate ou borosilicate.
 - l'épaisseur totale de verre de la dalle extérieure feuilletée est comprise entre 1,5 et 5 mm, de préférence entre 2 et 4,5 mm.
 - la dalle extérieure feuilletée comprend au moins une couche adhésive intercalaire choisie parmi un polyvinylbutyral (PVB), éventuellement à propriété d'amortissement acoustique, un polyuréthane thermoplastique (TPU), un copolymère éthylène – acétate de vinyle (EVA), ou un verre ionomère.
 - au sol (à l'arrêt, au repos), la surface principale de la dalle extérieure feuilletée opposée à la dalle intérieure monolithique est plane ou convexe de courbure moindre que celle de la structure de l'avion environnante, de sorte qu'en vol, sous l'effet de la pressurisation du volume intérieur de l'avion, ladite surface principale de la dalle ex-

térieure feuilletée a une courbure sensiblement identique à celle de la structure de l'avion environnante. Quand la dalle extérieure feuilletée est plane à l'arrêt de l'avion, on s'affranchit avantageusement de l'étape de mise en forme / bombage des feuilles de verre constitutives du feuilleté.

- la lame d'air est à la pression du volume intérieur de l'avion ; cela est obtenu par exemple, comme indiqué ci-dessus, par un petit trou traversant dans la dalle intérieure monolithique ou son joint de montage.

[0011] Le dessin annexé illustre l'invention :

[0012] [fig.1] est une vue schématique partielle en coupe, du hublot d'avion de l'invention en position de montage ; les proportions des dimensions des constituants ne sont pas exactes.

[0013] En référence à ce dessin, le hublot comporte une dalle intérieure monolithique 1 en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) ou polycarbonate (PC) d'épaisseur comprise entre 2,5 et 12 mm, par exemple en PMMA de 4 mm d'épaisseur, et une dalle extérieure feuilletée 2 en verre séparées par une lame d'air 3.

[0014] Plusieurs compositions de dalle extérieure feuilletée 2 conforme à l'invention sont données ci-dessous, dans l'ordre : feuille de verre extérieure 4 /adhésif intercalaire 6 / feuille de verre intérieure 5:

- 2,1 mm / 0,76 mm PVB / 1,6 mm
- 2,1 mm / 0,76 mm TPU / 1,6 mm
- 2,1 mm / 0,76 mm verre ionomère / 1,6 mm
- 2,1 mm / PVB acoustique / 1,6 mm
- 2,1 mm / PVB acoustique / 0,7 mm.

[0015] Le verre utilisé est renforcé chimique, de nature sodocalcique, aluminosilicate ou borosilicate.

- PVB : polyvinylbutyral
- TPU : polyuréthane thermoplastique
- verre ionomère : commercialisé par la Société Kuraray sous la marque enregistrée SentryGlas® XTRA® (SGX®)
- PVB acoustique : polyvinylbutyral tri-couche acoustique, commercialisé par la Société Sekisui sous la marque enregistrée S-LEC® Sound Acoustic Film, ou encore par la Société Kuraray sous la marque enregistrée Trosifol® Acoustic, en épaisseurs variées.

[0016] La dalle intérieure monolithique 1 et la dalle extérieure feuilletée 2 sont montées sur la structure de l'avion (ferrure aluminium 7) par l'intermédiaire d'un joint silicone 8.

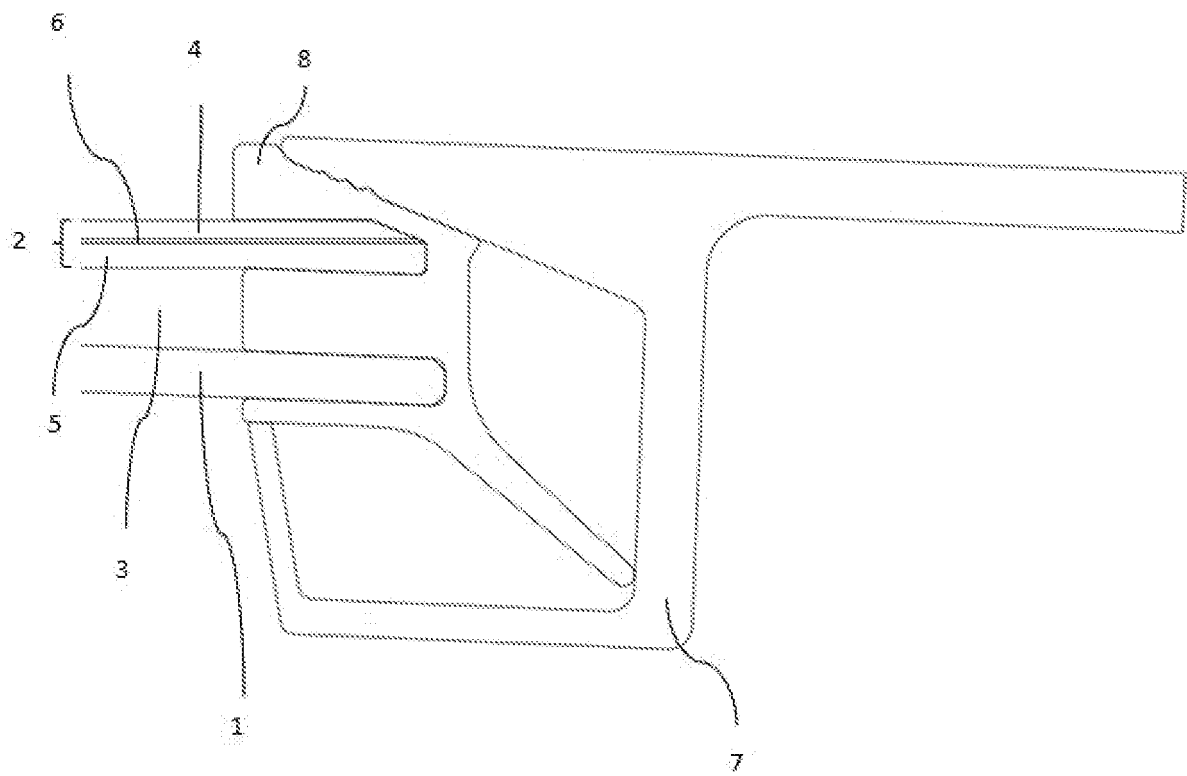
[0017] Ces structures de hublot, notamment celles de la dalle extérieure feuilletée 2 en verre citées précédemment, permettent d'alléger le hublot tout en évitant une déformation en excroissance trop importante en vol, défavorable d'un point de vue aérodynamique.

Revendications

- [Revendication 1] Hublot d'avion composé d'une dalle intérieure monolithique (1) en matériau polymère et d'une dalle extérieure feuilletée (2) en verre séparées par une lame d'air (3).
- [Revendication 2] Hublot d'avion selon la revendication 1, caractérisé en ce que la dalle intérieure monolithique (1) est en matériau polymère comprenant un poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), un polycarbonate (PC) seuls ou en mélanges ou copolymères de plusieurs d'entre eux.
- [Revendication 3] Hublot d'avion selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que la dalle extérieure feuilletée (2) est constituée de deux feuilles de verre (4 ; 5) collées au moyen d'une couche adhésive intercalaire (6).
- [Revendication 4] Hublot d'avion selon la revendication 3 caractérisé en ce que l'épaisseur de la feuille de verre extérieure (4) est comprise entre 0,2 et 2,6, de préférence 1,6 et 2,4 mm, et l'épaisseur de la feuille de verre intérieure (5) est comprise entre 0,2 et 2,1, de préférence 0,4 et 1,9 mm.
- [Revendication 5] Hublot d'avion selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la dalle extérieure feuilletée (2) comprend des feuilles de verre (4 ; 5) en verre renforcé chimique, de nature sodocalcique, aluminosilicate ou borosilicate.
- [Revendication 6] Hublot d'avion selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'épaisseur totale de verre de la dalle extérieure feuilletée (2) est comprise entre 1,5 et 5 mm, de préférence entre 2 et 4,5 mm.
- [Revendication 7] Hublot d'avion selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la dalle extérieure feuilletée (2) comprend au moins une couche adhésive intercalaire (6) choisie parmi un polyvinylbutyral (PVB), éventuellement à propriété d'amortissement acoustique, un polyuréthane thermoplastique (TPU), un copolymère éthylène – acétate de vinyle (EVA), ou un verre ionomère.
- [Revendication 8] Hublot d'avion selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au sol, la surface principale de la dalle extérieure feuilletée (2) opposée à la dalle intérieure monolithique (1) est plane ou convexe de courbure moindre que celle de la structure de l'avion environnante (7), de sorte qu'en vol, sous l'effet de la pressurisation du volume intérieur de l'avion, ladite surface principale de la dalle extérieure feuilletée (2) a une courbure sensiblement identique à celle de la structure de l'avion environnante (7).

[Revendication 9] Hublot d'avion selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la lame d'air (3) est à la pression du volume intérieur de l'avion.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 871908
FR 1908521

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2015/047275 A1 (MCCARTHY DENNIS P [US] ET AL) 19 février 2015 (2015-02-19) * alinéas [0034] - [0038], [0064], [0074], [0083]; figures *	1-9	B64C1/14 E06B3/66
X	WO 2018/002481 A1 (SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR]) 4 janvier 2018 (2018-01-04) * figure 3 *	1-9	
X	FR 2 793 106 A1 (SAINT GOBAIN VITRAGE [FR]) 3 novembre 2000 (2000-11-03) * revendications 2,4,6,12; figures *	1	
A	DE 10 2008 056702 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 20 mai 2010 (2010-05-20) * revendications 1,8; figures *	1-9	
A	DE 10 2007 018279 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 30 octobre 2008 (2008-10-30) * le document en entier *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mars 2020		Nicol, Yann	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1908521 FA 871908**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-03-2020**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015047275	A1	19-02-2015	BR 112016002283 A2	01-08-2017
			CA 2918253 A1	14-05-2015
			CN 105452102 A	30-03-2016
			EP 3030485 A2	15-06-2016
			EP 3372489 A1	12-09-2018
			ES 2674550 T3	02-07-2018
			RU 2016108019 A	12-09-2017
			US 2015047275 A1	19-02-2015
			WO 2015069339 A2	14-05-2015

WO 2018002481	A1	04-01-2018	BR 112018075787 A2	26-03-2019
			CA 3027874 A1	04-01-2018
			CN 109311290 A	05-02-2019
			EP 3478500 A1	08-05-2019
			FR 3053277 A1	05-01-2018
			KR 20190025563 A	11-03-2019
			US 2019233078 A1	01-08-2019
			WO 2018002481 A1	04-01-2018

FR 2793106	A1	03-11-2000	DE 60020358 T2	26-01-2006
			EP 1175333 A1	30-01-2002
			FR 2793106 A1	03-11-2000
			JP 4824171 B2	30-11-2011
			JP 2003523911 A	12-08-2003
			US 2003087048 A1	08-05-2003
			WO 0066426 A1	09-11-2000

DE 102008056702	A1	20-05-2010	AUCUN	

DE 102007018279	A1	30-10-2008	DE 102007018279 A1	30-10-2008
			US 2008265096 A1	30-10-2008
