

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Dispositif et procédé de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage.

②② Date de dépôt : 17.01.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN NACELLES Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.07.23 Bulletin 23/29.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 28.02.25 Bulletin 25/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *PEU Florian, DIGEOS Virginie Emmanuelle Anne-Marie, HOLAY Xavier et DEFROMONT Grégoire.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN NACELLES Société par actions simplifiée (SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : *Casalonga.*



Description

Titre de l'invention : Dispositif et procédé de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne les procédés d'assemblage par friction malaxage, également appelé « friction stir welding » en termes anglo-saxons.
- [0002] En particulier, la présente invention concerne la reprise des surfaces assemblées par friction malaxage, notamment après le retrait d'un pion permettant le malaxage.
- [0003] De manière générale, l'invention s'applique à tout type de domaine nécessitant un assemblage par friction malaxage de deux éléments à assembler.

Techniques antérieures

- [0004] Dans l'industrie, et notamment dans l'industrie aéronautique, il est courant de devoir assembler plusieurs éléments entre eux. Il peut s'agir par exemple de l'assemblage d'un raidisseur sur un panneau de structure d'un aéronef afin de rigidifier ledit panneau de structure.
- [0005] Parmi les différents procédés d'assemblage, le rivetage manuel est le plus courant. Cependant, le rivetage implique des temps d'assemblage longs en raison de son caractère manuel.
- [0006] Le soudage par friction malaxage est un procédé d'assemblage plus rapide et permettant d'être automatisé. Il permet, à l'aide d'un pion en rotation de moins de 10 millimètres de diamètre, de malaxer ensemble les matières des éléments à assembler et ainsi créer une soudure. Le malaxage convient particulièrement pour des alliages d'aluminium.
- [0007] On a représenté schématiquement sur la [Fig.1] un mode de mise en œuvre d'un procédé de soudage par friction malaxage dans une configuration par recouvrement. La [Fig.1] illustre une vue en coupe de l'assemblage d'un panneau de structure 2 avec un raidisseur 4, le panneau de structure 2 et le raidisseur 4 mesurant chacun quelques millimètres d'épaisseur, par exemple chacun mesurant 2 millimètres d'épaisseur. Pour la mise en œuvre du soudage par friction malaxage, un pion 6 de soudage se déplace contre le raidisseur 4 en étant maintenu en rotation. Le pion 6 malaxe et mélange ainsi les matières du raidisseur 4 et du panneau de structure 2 de manière à créer un cordon de soudure 8 assemblant les deux éléments.
- [0008] Cependant, l'arrêt du processus de friction malaxage, et notamment le retrait du pion 6 laisse une zone de matière très dégradée en surface du raidisseur.
- [0009] On a représenté schématiquement sur la [Fig.2] une vue en coupe de la surface 10 d'un raidisseur 4 après le retrait du pion 6 de soudage par friction malaxage. La surface

10 présente une zone 12 de matière très dégradée à l'emplacement du retrait du pion 6. Cette zone 12 concentre des contraintes mécaniques, est inesthétique et est une zone de rétention de liquide et de résidus pouvant détériorer la résistance à la corrosion de la zone.

Exposé de l'invention

- [0010] La présente invention a donc pour but de pallier les inconvénients précités et de fournir un dispositif et un procédé de réparation d'une zone dégradée simple et rapide à mettre en place.
- [0011] La présente invention a pour objet un dispositif de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage, le dispositif comprenant un moyen de fixation destiné à passer au travers de la surface à l'emplacement de la zone dégradée, une bague d'adaptation du moyen de fixation, et un anneau destiné à cercler le moyen de fixation et à prendre appui sur la surface.
- [0012] Ainsi, la zone dégradée est remplacée par un dispositif non abrasif ne risquant pas d'arracher un élément passant à proximité, le dispositif respectant les contraintes mécaniques imposées par la faible épaisseur des éléments assemblés par friction malaxage.
- [0013] Dans un mode de réalisation, le moyen de fixation comprend un rivet et l'anneau comprend une rondelle de contre-rivure.
- [0014] Avantageusement, le moyen de fixation comprend un bourrelet annulaire de maintien du cerclage de l'anneau.
- [0015] Avantageusement, la bague comprend une longueur de moins de 10 millimètres, de préférence de moins de 5 millimètres, un diamètre externe minimal compris entre 5 et 15 millimètres, et une tête fraisée comprenant un diamètre externe maximal de dimension comprises entre 0,1 millimètres et 4 millimètres supérieure au diamètre externe minimal de la bague.
- [0016] Dans un mode de réalisation, le moyen de fixation comprend un filetage et l'anneau comprend un filetage.
- [0017] Avantageusement, le moyen de fixation comprend du titane et/ou de l'acier, la bague comprend de l'acier inoxydable et l'anneau comprend de l'acier inoxydable.
- [0018] La présente invention a également pour objet un aéronef comprenant un dispositif de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage tel que défini précédemment.
- [0019] La présente invention a pour objet un procédé de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage comprenant les étapes suivantes :
- [0020] - Perçage d'un orifice au travers de la surface à l'emplacement de la zone dégradée ;
et

- [0021] - Installation d'une bague, d'un moyen de fixation et d'un anneau du dispositif tel que défini précédemment et/ou de l'aéronef tel que défini précédemment de manière à obstruer l'orifice percé.

Brève description des dessins

- [0022] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0023] [Fig.1] dont il a déjà été fait mention est une vue schématique en coupe d'un raidisseur et d'un panneau de structure assemblés par un procédé de soudage par friction malaxage ;
- [0024] [Fig.2] dont il a déjà été fait mention est une vue schématique en coupe d'un raidisseur et d'un panneau de structure assemblés par un procédé de soudage par friction malaxage après le retrait du pion de soudage ;
- [0025] [Fig.3] est une vue schématique en coupe d'un dispositif de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage selon l'invention et installé entre un panneau de structure et un raidisseur ;
- [0026] [Fig.4] est un organigramme illustrant schématiquement les étapes d'un procédé de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage selon l'invention ; et
- [0027] [Fig.5] est une variante de la vue schématique en coupe de la [Fig.3] illustrant un dispositif de réparation d'une zone dégradée d'une surface soudée par friction malaxage selon l'invention.

Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation

- [0028] On a représenté schématiquement sur la [Fig.3] une vue en coupe d'un dispositif 14 de réparation d'une zone dégradée 12 d'une surface 10 soudée par friction malaxage, la zone dégradée 12 étant similaire à la zone illustrée à la [Fig.2] précédemment évoquée.
- [0029] Le dispositif 14 est destiné à être utilisé au cours d'un procédé de réparation de la zone dégradée, la zone dégradée 12 étant apparue au retrait du pion 6 de soudage.
- [0030] On a représenté schématiquement les étapes dudit procédé sur la [Fig.4]. Ce procédé est applicable à tout assemblage d'éléments effectué à l'aide d'un soudage par friction malaxage. En particulier, et tel qu'illustré aux figures 1 à 3, les éléments assemblés sont par exemple un panneau de structure 2 et un raidisseur 4, chacun étant peu épais, de l'ordre de 2 millimètres d'épaisseur. Le panneau de structure 2 et le raidisseur 4 sont par exemple réalisés en alliage d'aluminium.
- [0031] Dans un premier temps, on effectue une étape 16 de perçage d'un orifice 18 au travers de la surface 10 à l'emplacement de la zone dégradée 12. L'orifice 18 obtenu traverse ainsi le panneau de structure 2 et le raidisseur 4 selon un axe A et supprime la

matière déformée de la zone dégradée 12. L'orifice 18 percé a un diamètre 20 environ égal au diamètre de la zone dégradée 12, soit environ égal au diamètre du pion 6 de soudage. Par exemple, l'orifice 18 a un diamètre 20 d'environ 10 millimètres.

- [0032] Il est ensuite nécessaire d'obstruer l'orifice 18 afin de garantir l'étanchéité du panneau de structure 2 et du raidisseur 4 vis-à-vis des flux de fluides présents d'un côté et/ou de l'autre de l'orifice.
- [0033] On effectue donc une étape 22 d'installation du dispositif 14 de réparation dans l'orifice 18 de manière à obstruer ledit orifice 18 percé.
- [0034] Le dispositif 14 de réparation de la zone dégradée 12 comprend un moyen de fixation 24, une bague 26 et un anneau 28.
- [0035] Le moyen de fixation 24 est destiné à passer au travers de l'orifice 18 et de la surface 10 à l'emplacement de la zone dégradée 12. Le moyen de fixation 24 comprend par exemple un rivet classique. Le moyen de fixation 24 est droit et comprend une tête 30 évasée. Dans un mode de réalisation le moyen de fixation 24 comprend un bourrelet annulaire 32 facilitant le maintien du moyen de fixation 24 par l'anneau 28.
- [0036] Le moyen de fixation 24 comprend par exemple un matériau dur tel que de l'acier et/ou du titane.
- [0037] Le diamètre du moyen de fixation est inférieur au diamètre 20 de l'orifice 18.
- [0038] En raison de la faible épaisseur du panneau de structure 2 et du raidisseur 4 ainsi qu'en raison de la grande largeur du diamètre 20 de l'orifice, il n'existe pas sur le marché de moyen de fixation ou de bague d'adaptation apte à obstruer directement l'orifice 18. La bague 26 permet de pallier ce manque.
- [0039] La bague 26 est une bague d'adaptation du moyen de fixation 24 à l'orifice 18. Le diamètre interne de la bague d'adaptation est donc le même que le diamètre du moyen de fixation 24.
- [0040] La bague 26 a une longueur équivalente ou légèrement supérieure à la longueur de l'orifice selon l'axe A. La longueur de la bague est inférieure à 10 millimètres et comprise préférentiellement entre 4 et 5 millimètres.
- [0041] La bague 26 a un diamètre externe minimal équivalent au diamètre 20 de l'orifice 18. Selon l'orifice 18, la bague a un diamètre externe minimal compris entre 5 et 15 millimètres.
- [0042] La bague 26 comprend une tête fraisée 34 s'évasant vers l'extérieur et dont le diamètre externe maximal 36 est légèrement plus important que le diamètre externe minimal 20. Par exemple, le diamètre externe maximal 36 est supérieur de 0,1 à 4 millimètres par rapport au diamètre externe minimal 20, de préférence de 1 à 3 millimètres. Les dimensions de la tête fraisée 34 permettent de respecter les contraintes mécaniques induites par la faible longueur de l'orifice 18 et par son large diamètre 20, ce que ne proposent pas les bagues à tête fraisée du commerce, dont le diamètre

externe maximal est plus important par rapport au diamètre externe minimal.

[0043] La bague 26 est par exemple réalisée dans un matériau comprenant de l'acier inoxydable.

[0044] L'anneau 28 est destiné à venir cercler le moyen de fixation 24 et à prendre appui sur la surface 10. En particulier, l'anneau 28 peut comprendre une rondelle de contre-rivure 28 totalement ou partiellement annulaire, permettant de garantir l'étanchéité du dispositif 14 lorsque le dispositif 14 est mis en place dans l'orifice 18. Par exemple, l'anneau 28 comprend sur son périmètre un rebord 38 venant au contact de la surface 10 de sorte que l'anneau 28 est légèrement surélevé afin de laisser la bague 26 dépasser de la surface 10.

[0045] L'anneau 28 est par exemple réalisé dans un matériau comprenant de l'acier inoxydable.

[0046] Le bourrelet annulaire 32 est en contact avec l'anneau 28 et permet le maintien du cerclage de l'anneau 26 autour du moyen de fixation 24 et permet le verrouillage du dispositif 14 en position dans l'orifice 18.

[0047] On a représenté sur la [Fig.5] un second mode de réalisation du dispositif 14 de réparation d'une zone dégradée 12 d'une surface 10 soudée par friction malaxage.

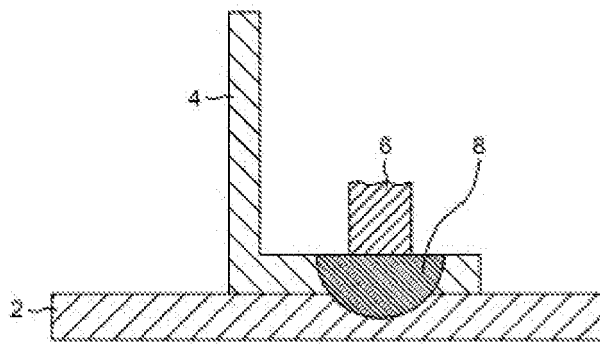
[0048] Dans ce mode de réalisation, le dispositif 14 est similaire au dispositif 14 de la [Fig.3]. Cependant, en variante, le dispositif 14 comprend un écrou 40 fileté et le moyen de fixation 24 ne comprend pas de bourrelet annulaire 32 mais le moyen de fixation 24 comprend un filetage à la place du bourrelet annulaire 32, le filetage étant destiné à coopérer avec l'écrou 40. L'écrou 40 vissé permet de venir en appui contre l'anneau 28 et ainsi de verrouiller le dispositif 14 pour garantir l'obstruction de l'orifice 18.

Revendications

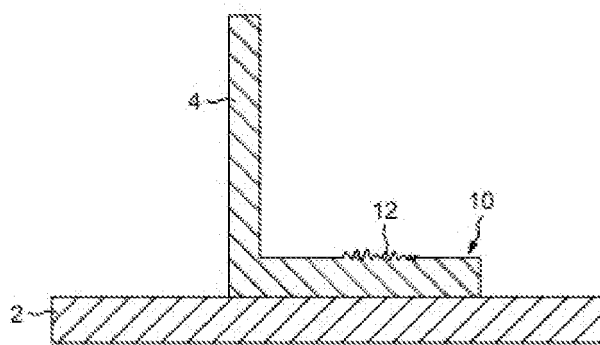
- [Revendication 1] Dispositif (14) de réparation d'une zone dégradée (12) d'une surface (10) soudée par friction malaxage, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de fixation (24) destiné à passer au travers de la surface (10) à l'emplacement de la zone dégradée (12), une bague (26) d'adaptation du moyen de fixation (24), et un anneau (28) destiné à cercler le moyen de fixation (24) et à prendre appui sur la surface (10), le moyen de fixation (24) comprenant un bourrelet annulaire (32) de maintien du cerclage de l'anneau (28).
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le moyen de fixation (24) comprend un rivet et l'anneau (28) comprend une rondelle de contre-rivure.
- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la bague (26) comprend une longueur de moins de 10 millimètres, de préférence de moins de 5 millimètres, un diamètre externe minimal (20) compris entre 5 et 15 millimètres, et une tête fraisée (34) comprenant un diamètre externe maximal (36) de dimension comprise entre 0,1 millimètres et 4 millimètres supérieure au diamètre externe minimal de la bague (26).
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le moyen de fixation (24) comprend un filetage et l'anneau (28) comprend un filetage.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le moyen de fixation (24) comprend du titane et/ou de l'acier, la bague (26) comprend de l'acier inoxydable et l'anneau (28) comprend de l'acier inoxydable.
- [Revendication 6] Aéronef caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (14) de réparation d'une zone dégradée (12) d'une surface (10) soudée par friction malaxage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.
- [Revendication 7] Procédé de réparation d'une zone dégradée (12) d'une surface (10) soudée par friction malaxage, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- Perçage (étape 16) d'un orifice (18) au travers de la surface (10) à l'emplacement de la zone dégradée (12) ; et
 - Installation (étape 22) d'une bague (26), d'un moyen de fixation (24) et d'un anneau (28) du dispositif (14) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 et/ou de l'aéronef selon la

revendication 6 de manière à obstruer l'orifice (18) percé.

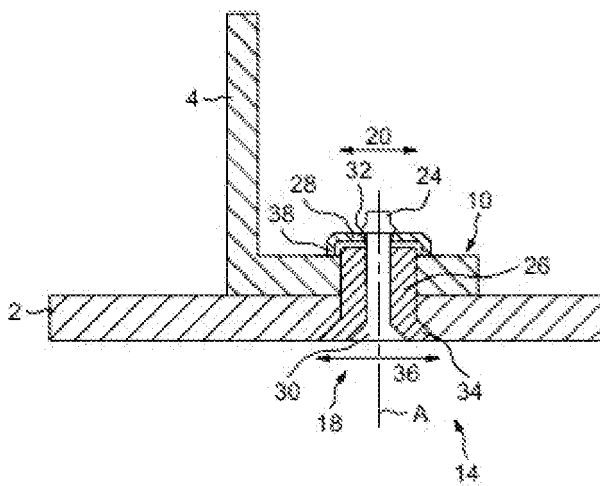
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2010/173123 A1 (ZARDUS PAUL M [US] ET AL) 8 juillet 2010 (2010-07-08)

WO 2012/147068 A1 (FORCE G [FR]; GROJEAN ALEX [FR] ET AL.)
1 novembre 2012 (2012-11-01)

US 5 980 174 A (GALLAGHER DANIEL J [US] ET AL) 9 novembre 1999 (1999-11-09)

US 2019/111513 A1 (ROSE SCOTT A [US] ET AL) 18 avril 2019 (2019-04-18)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT