



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **707 126 B1**

(51) Int. Cl.: **B23K** 1/06 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

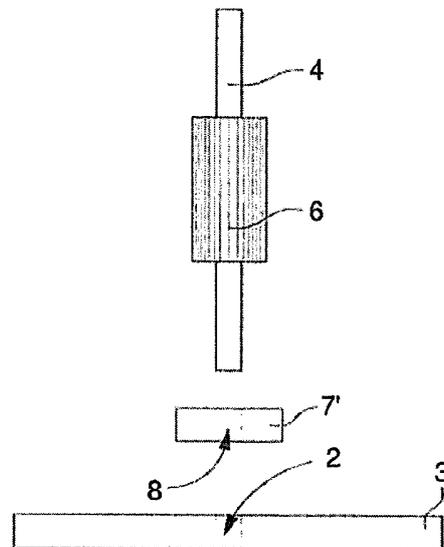
(21) Numéro de la demande: 02118/12	(73) Titulaire(s): Nivarox-FAR S.A., Avenue du Collège 10 2400 Le Locle (CH)
(22) Date de dépôt: 26.10.2012	
(43) Demande publiée: 30.04.2014	(72) Inventeur(s): Philippe Dubois, 2074 Marin (CH) Thierry Hessler, 2024 St-Aubin (CH) Christian Charbon, 2054 Chézard-St-Martin (CH)
(24) Brevet délivré: 29.12.2017	
(45) Fascicule du brevet publié: 29.12.2017	(74) Mandataire: ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA, Faubourg de l'Hôpital 3 2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Procédé de solidarisation d'une pièce non-métallique et d'une pièce métallique par brasage.**

(57) L'invention se rapporte à un procédé de solidarisation par brasage d'une première pièce (3) en matériau non-métallique avec une deuxième pièce (4, 6) en matériau métallique comportant les étapes suivantes;

- former les première (3) et deuxième pièces (4, 6) et une brasure (7');
- assembler la première pièce et la deuxième pièce en intercalant la brasure entre les deux pièces;
- chauffer l'ensemble pièces-brasure ainsi assemblé à l'étape b) tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure sur chacune des pièces;
- refroidir l'ensemble pièces-brasure afin de solidariser les première et deuxième pièces.

L'invention concerne le domaine des composants horlogers.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un procédé de solidarisation de deux pièces par brasage et, notamment, un tel procédé dont l'une des pièces est non-métallique.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Dans le domaine de l'horlogerie, les assemblages actuels comportant une pièce à base de non-métal comme du silicium sont généralement solidarisés par collage. Cependant, le collage n'est pas satisfaisant quant à sa tenue dans le temps. De plus, l'opération nécessite une extrême finesse d'application ce qui la rend coûteuse.

[0003] De manière alternative, il a été tenté de solidariser un non-métal à l'aide d'un brasage, toutefois, la petite taille des composants horlogers rend impossible une application préalable de brasure, également appelé étamage, et ni une solidarisation satisfaisante.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un procédé de solidarisation d'une pièce en un non-métal compatible avec un composant horloger et dont la solidarisation tient dans le temps.

[0005] A cet effet, l'invention se rapporte à un procédé de solidarisation d'une première pièce en matériau non-métallique avec une deuxième pièce en matériau métallique.

[0006] Selon une première alternative, le procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes:

- a) former les première et deuxième pièces et une brasure;
- b) assembler la première pièce et la deuxième pièce en intercalant la brasure entre les deux pièces;
- c) chauffer l'ensemble pièces-brasure ainsi assemblé à l'étape b) tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure sur chacune des pièces;
- d) refroidir l'ensemble pièces-brasure afin de solidariser les première et deuxième pièces.

[0007] Selon une deuxième alternative, le procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes:

- a) former les première et deuxième pièces et une brasure;
- c') monter la première pièce sur une pièce intermédiaire métallique à l'aide de la brasure chauffée tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure sur chacune des pièces;
- d') refroidir l'ensemble pièces-brasure ainsi monté à l'étape c');
- b') assembler mécaniquement l'ensemble pièces-brasure sur la deuxième pièce afin de solidariser les première et deuxième pièces.

[0008] Selon une troisième alternative, le procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes:

- a) former les première et deuxième pièces;
- e) déposer de la brasure sur une des pièces en émettant, éventuellement, des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure sur ladite une des pièces;
- b'') assembler la première pièce et la deuxième pièce en intercalant la brasure déposée entre les deux pièces;
- c'') chauffer l'ensemble pièces-brasure ainsi assemblé à l'étape b'') en émettant des ultrasons;
- d) refroidir l'ensemble pièces-brasure afin de solidariser les première et deuxième pièces.

[0009] De manière surprenante, grâce à l'invention, on comprend qu'il est possible, par brasage, de solidariser la première pièce en matériau non-métallique avec la deuxième pièce en matériau métallique même pour un composant horloger.

[0010] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention:

- la première pièce comporte un oxyde, un nitrure, un carbure, une céramique et/ou un verre;

CH 707 126 B1

- la brasure comporte de l'indium et/ou de l'étain;
- la brasure comporte une épaisseur comprise entre 1 µm et 200 µm;
- chaque étape de chauffage est effectuée à une température comprise entre 50 °C et 400 °C;
- les ultrasons sont émis après avoir dépassé une température prédéterminée permettant de braser la brasure;
- l'émission d'ultrasons est propagée par au moins l'une des première et deuxième pièces jusqu'à la brasure;
- les ultrasons sont émis pendant une durée comprise entre 50 ms et 10 secondes;
- les ultrasons sont émis selon une fréquence comprise entre 20 kHz et 2 MHz;
- une contrainte mécanique est appliquée entre les pièces afin d'améliorer le brasage;
- au moins une des pièces forme un composant horloger.

Description sommaire des dessins

[0011] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

la fig. 1 est une vue en éclaté d'éléments avant solidarisation selon l'invention;

la fig. 2 est une vue d'une étape intermédiaire du procédé selon l'invention;

la fig. 3 est une vue d'éléments après solidarisation selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0012] Comme expliqué ci-dessus, la petite taille des composants horlogers rend impossible une application préalable de brasure et une solidarisation satisfaisante quand un matériau non-métallique est utilisé. En effet, leur très faible épaisseur, notamment, les rend très fragiles.

[0013] L'explication ci-dessous va être réalisée à partir d'un rouage 1 de pièce d'horlogerie. Bien entendu, l'application de la présente invention ne se limite pas à un rouage, il peut être, de manière non limitative, envisagé d'appliquer l'invention à tout ou partie d'éléments de l'habillage ou d'un mouvement horloger comme, par exemple, tout ou partie d'une glace, d'un cadran, d'une lunette, d'un bracelet, d'un boîtier, d'un pont, d'un résonateur, d'un échappement, d'un ressort ou d'un balancier.

[0014] Dans l'exemple illustré à la fig. 3, le rouage 1 comporte une première pièce 3 formant une roue dentée en un matériau non-métallique et une deuxième pièce 5 métallique comportant un pignon 6 ajusté sur ou venu de forme avec un axe 4. De manière surprenante, le rouage 1, grâce à l'invention, est solidarisé avec une brasure 7 comme illustré à la fig. 3. En effet, il a été trouvé un procédé qui permet, par brasage, de solidariser la première pièce 3 en matériau non-métallique avec la deuxième pièce 5 en matériau métallique.

[0015] Avantageusement selon l'invention, le procédé selon une première variante comporte les étapes suivantes:

- a) former les première et deuxième pièces 3, 5 et une brasure 7';
- b) assembler la première pièce 3 et la deuxième pièce 5 en intercalant la brasure 7' entre les deux pièces 3, 5;
- c) chauffer l'ensemble pièces 3, 5-brasure 7' ainsi assemblé à l'étape b) tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure 7' sur chacune des pièces 3, 5;
- d) refroidir l'ensemble pièces 3, 5-brasure 7' afin de solidariser les première et deuxième pièces 3, 5.

[0016] Comme illustré à la fig. 1, on s'aperçoit que les pièces 3, 5 et la brasure 7' sont des éléments distincts qui sont préférentiellement emboîtables afin de favoriser leur solidarisation. Dans l'exemple illustré à la fig. 1, l'emboîtement de l'étape b) est rendu possible par les trous traversant 2, 8 réalisés respectivement dans la première pièce 3 et dans la brasure 7' et destinés chacun à recevoir l'axe 4.

[0017] Avantageusement selon l'invention, il a été trouvé qu'il était possible de solidariser une grande variété de matériaux. A titre d'exemple, la première pièce 3 peut comporter un oxyde, un nitrure, un carbure, une céramique et/ou un verre sans que cela nuise à sa solidarisation. A titre d'exemple, du quartz monocristallin ou du rubis polycristallin ou monocristallin peuvent être envisagés. De plus, des tests ont été réalisés sur les pièces en silicium cristallin avec autant de succès. C'est pourquoi, on peut dire que la première pièce 3 peut être généralement en un non-métal sans nuire au succès de la solidarisation.

[0018] De manière similaire, tout type de matériau peut être envisagé pour la deuxième pièce 5 métallique. A titre d'exemple, l'acier, le laiton, l'alliage cuivre-béryllium ou l'or ont été testés avec succès.

[0019] Un exemple d'étape c) est représenté à la fig. 2. On peut y voir un système de solidarisation généralement annoté 11. Le système 11 comporte un dispositif supérieur 13 et un dispositif inférieur 15. Le dispositif supérieur 13 comporte

CH 707 126 B1

des moyens de réception 14 d'au moins une des pièces 3, 5 à solidariser. Suivant les pièces à solidariser, les moyens de réception 14 peuvent prendre une variété de formes. Dans l'exemple de la fig. 2, les moyens de réception 14 forment un évidement 12 destiné à recevoir l'axe 4 et, éventuellement, une partie du pignon 6, de la deuxième pièce 5.

[0020] De manière similaire, le dispositif inférieur 15 comporte des moyens de réception 16 d'au moins une des pièces 3, 5 à solidariser. Suivant les pièces à solidariser, les moyens de réception 16 peuvent prendre une variété de formes. Dans l'exemple de la fig. 2, les moyens de réception 16 forment un évidement 18 destiné à recevoir l'axe 4 de la deuxième pièce 5 et une portée 17 destinée à recevoir la première pièce 3.

[0021] Comme visible dans l'exemple de la fig. 2, la brasure, nommée 7' avant chauffage et nommée 7 après le chauffage, est intercalé entre le pignon 6 de la deuxième pièce 5 et la première pièce 3.

[0022] Selon l'invention, au moins un des dispositifs supérieur 13 et inférieur 15 comporte des moyens de chauffage 19, 20 destinés à amener les pièces 3, 5 et la brasure 7' à une température au moins égale la température de travail de la brasure 7', c'est-à-dire la température à partir de laquelle la brasure 7' permet l'adhésion des deux pièces. On comprend donc que, pour éviter la détérioration des pièces 3, 5, la brasure 7' comporte préférentiellement une température de fusion plus basse que les pièces 3, 5. Pour y parvenir, la brasure 7' peut notamment comporter de l'indium et/ou de l'étain avec, éventuellement, des métaux d'alliages tels que l'argent, l'or, l'antimoine, le cuivre, le zinc, le titane, le silicium, le plomb, le cadmium et/ou le bismuth.

[0023] On comprend donc que, lors de l'étape c), les première et deuxième pièces 3, 5 sont chauffées à une température qui peut être comprise entre 50 °C et 400 °C sans restriction particulière quant à l'environnement ambiant. Il est ainsi apparu que le chauffage à l'air ambiant ne nuisait pas à une solidarisation des pièces 3, 5. De plus, les moyens de chauffage 19, 20 peuvent être de n'importe quel type comme, par exemple, à induction électromagnétique ou à effet joule.

[0024] Selon les natures et formes de pièces 3, 5 à assembler la brasure 7' peut comporter une épaisseur avant chauffage comprise entre 1 µm et 200 µm. Dans le cas du rouage 1, une brasure 7' de 50 µm a été utilisée avec succès.

[0025] Selon l'invention, au moins un des dispositifs supérieur 13 et inférieur 15 comporte des moyens d'émission d'ultrasons 21, 22 destinés à activer les pièces 3, 5 et la brasure 7' selon une fréquence et une puissance prédéterminées. De plus, les moyens d'émission d'ultrasons 21, 22 peuvent être de n'importe quel type comme, par exemple, piézoélectrique ou électromagnétique.

[0026] Les ultrasons émis ont pour cible la brasure 7'. En effet, il a été trouvé que la mouillabilité de la brasure 7' est très améliorée par l'utilisation simultanée du chauffage et des ultrasons. Après une analyse, il est apparu que les ultrasons, émis d'au moins un des dispositifs 13, 15 et propagés par au moins une des pièces 3, 5, permettent de casser la couche d'oxyde native de la brasure 7' et améliore ainsi sa mouillabilité même à l'air ambiant.

[0027] Lors de l'étape c), les ultrasons sont préférentiellement émis selon une fréquence comprise entre 20 kHz et 2 MHz et pendant une durée comprise entre 50 ms et 10 secondes.

[0028] De plus, préférentiellement, lors de l'étape c), les ultrasons sont émis uniquement après que la température de travail de la brasure 7' soit dépassée.

[0029] Enfin, lors de l'étape c), une contrainte A est, de manière préférée, appliquée entre les première et deuxième pièces 3, 5 par des moyens de rapprochement 23. En effet, il a été trouvé que la contrainte A imposée de chaque côté de la brasure 7' permet d'améliorer le brasage. Les moyens de rapprochement 23 peuvent comporter notamment un chariot motorisé sur au moins l'un des dispositifs 13, 15 ou une table de positionnement motorisée.

[0030] Le procédé se termine par l'étape d) destinée à resolidifier définitivement la brasure 7 et, ainsi, solidariser les pièces 3, 5 même si l'une d'elle est formée à partir d'un non-métal. L'étape d) peut être réalisée par tout moyen comme par exemple le refroidissement à l'air ambiant. Dans l'exemple de la fig. 3, on obtient alors le rouage 1 dont les pièces 3, 5 et la brasure 7 sont solidarisés.

[0031] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art dans le cadre des revendications. En particulier, l'invention ne saurait se limiter au domaine de l'horlogerie mais peut notamment s'étendre au domaine de la microélectronique, de la joaillerie, de la bijouterie ou de l'industrie aéronautique ou automobile.

[0032] Une deuxième variante de l'invention consiste à utiliser une pièce métallique supplémentaire qui sera fixée par brasage sur l'une des pièces à assembler et permettra un assemblage mécanique de type chassage par exemple avec l'autre pièce à assembler.

[0033] On pourrait également envisager de surmouler l'une des pièces avec de la brasure pour permettre ensuite un assemblage mécanique direct avec l'autre pièce. Ceci moyennant éventuellement un usinage classique de la brasure, par exemple le perçage d'un trou de chassage.

[0034] On pourrait également envisager de déposer en couche mince la brasure sur l'un des composants, par exemple par un procédé PVD ou électrochimique, de manière à éviter l'utilisation d'une préforme de brasure.

[0035] On pourrait également envisager d'appliquer la brasure sur l'une ou les deux pièces à assembler en émettant des ultrasons. Ensuite les deux pièces peuvent être assemblées et solidarisées simplement par échauffement ou encore par échauffement avec des ultrasons.

Revendications

1. Procédé de solidarisation d'une première pièce (3) en matériau non-métallique avec une deuxième pièce (5) en matériau métallique comportant les étapes suivantes:
 - a) former les première (3) et deuxième (5) pièces et une brasure (7');
 - b) assembler la première pièce et la deuxième pièce en intercalant la brasure (7') entre les deux pièces (3, 5);
 - c) chauffer l'ensemble pièces (3, 5)-brasure (7') ainsi assemblé à l'étape b) tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure (7') sur chacune des pièces (3, 5);
 - d) refroidir l'ensemble pièces-brasure afin de solidariser les première et deuxième pièces (3, 5).
2. Procédé de solidarisation d'une première pièce (3) en matériau non-métallique avec une deuxième pièce (5) en matériau métallique comportant les étapes suivantes:
 - a) former les première (3) et deuxième (5) pièces et une brasure (7');
 - c') monter la première pièce (3) sur une pièce intermédiaire métallique à l'aide de la brasure (7') chauffée tout en émettant des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure (7') sur chacune des pièces (3);
 - d')refroidir l'ensemble pièces-brasure ainsi monté à l'étape c');
 - b')assembler mécaniquement l'ensemble pièces-brasure sur la deuxième pièce (5) afin de solidariser les première et deuxième pièces (3, 5).
3. Procédé de solidarisation d'une première pièce (3) en matériau non-métallique avec une deuxième pièce (5) en matériau métallique comportant les étapes suivantes:
 - a) former les première (3) et deuxième (5) pièces;
 - e) déposer de la brasure (7') sur une des pièces (3, 5) en émettant, éventuellement, des ultrasons afin d'améliorer la mouillabilité de la brasure (7') sur ladite une des pièces (3, 5);
 - b') assembler la première pièce et la deuxième pièce en intercalant la brasure (7') déposée entre les deux pièces (3, 5);
 - c') chauffer l'ensemble pièces (3, 5)-brasure (7') ainsi assemblé à l'étape b') en émettant des ultrasons;
 - d) refroidir l'ensemble pièces-brasure afin de solidariser les première et deuxième pièces (3, 5).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première pièce (3) comporte un oxyde, un nitrure, un carbure, une céramique et/ou un verre.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la brasure (7') comporte de l'indium et/ou de l'étain.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la brasure (7') comporte une épaisseur avant chauffage comprise entre 1 µm et 200 µm.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque étape de chauffage est effectuée à une température comprise entre 50 °C et 400 °C.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les ultrasons sont émis après avoir dépassé une température prédéterminée permettant de braser la brasure (7').
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'émission d'ultrasons est propagée par au moins l'une des première et deuxième pièces (3, 5) jusqu'à la brasure (7').
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les ultrasons sont émis pendant une durée comprise entre 50 ms et 10 secondes.
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les ultrasons sont émis selon une fréquence comprise entre 20 kHz et 2 MHz.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que une contrainte mécanique (A) est appliquée entre la pièce en matériau non-métallique et la pièce en matériau métallique afin d'améliorer le brasage.
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des première et deuxième pièces (3, 5) forme un composant horloger.

Fig. 1

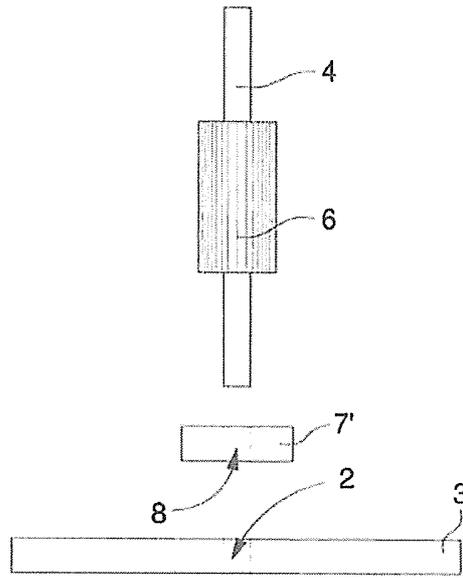


Fig. 2

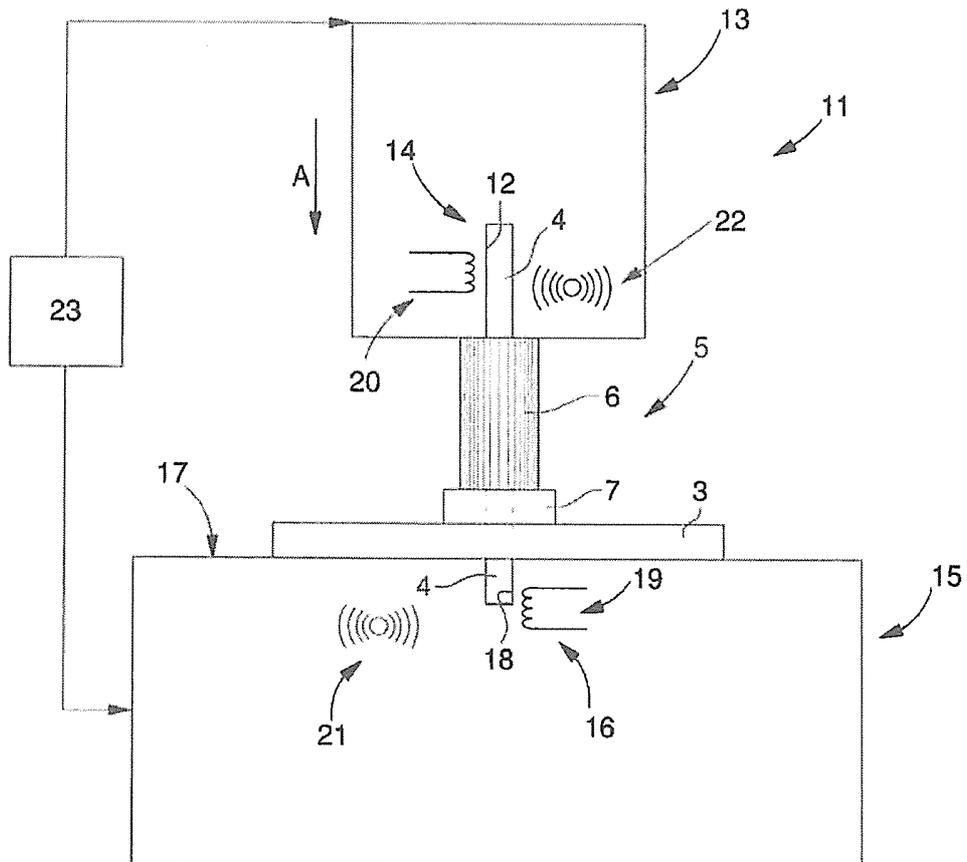


Fig. 3

