



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2003/03/11

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2003/09/25

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2012/09/04

(30) Priorité/Priority: 2002/03/25 (FR02 03680)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B23K 20/10* (2006.01),
B29C 65/08 (2006.01), *B29C 65/64* (2006.01),
B29C 70/82 (2006.01), *B32B 15/08* (2006.01),
B32B 27/06 (2006.01), *B32B 27/18* (2006.01),
B29C 65/00 (2006.01), *B29C 65/06* (2006.01)

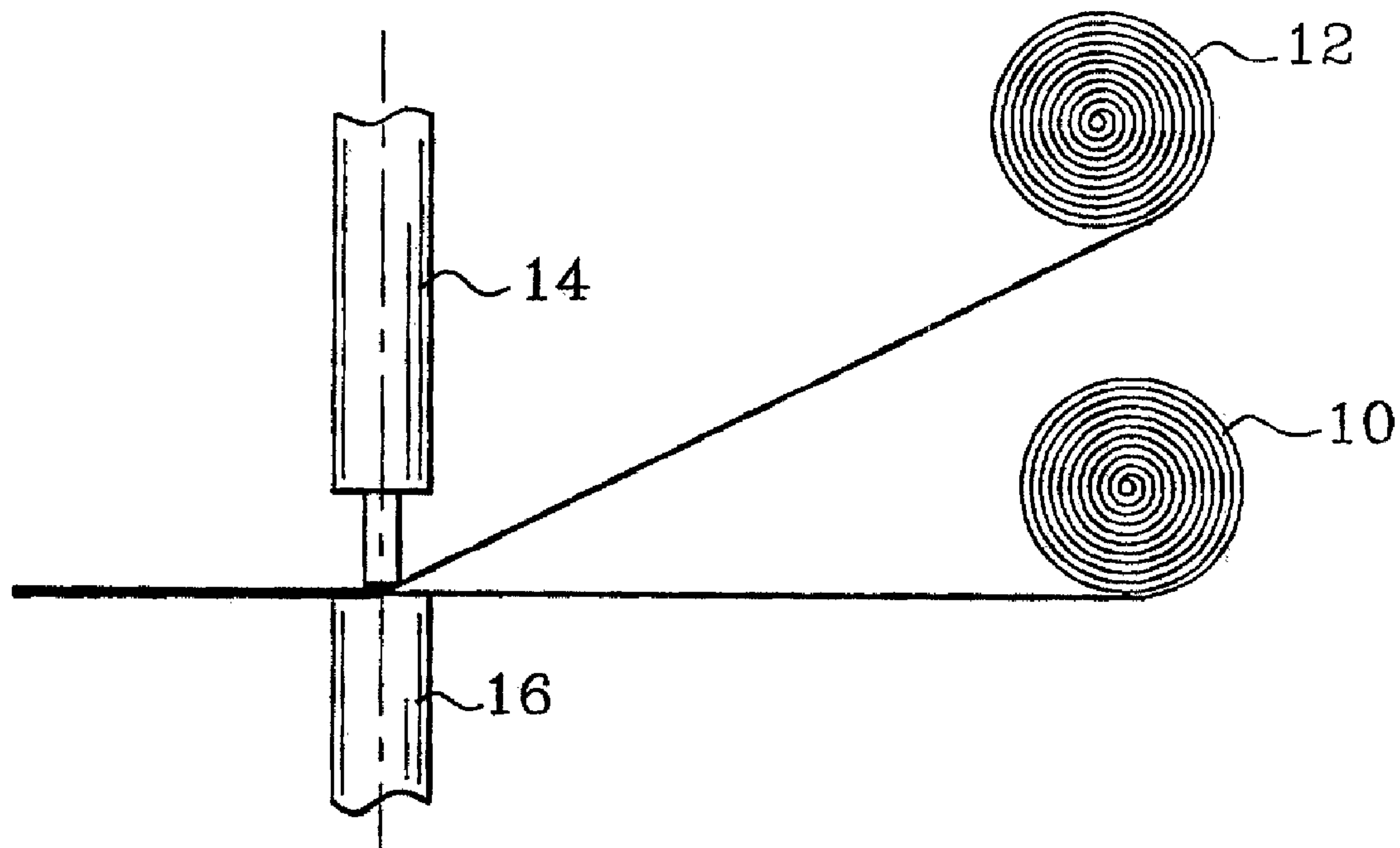
(72) Inventeurs/Inventors:
BOUSSU, MAXIME, FR;
RAMBAUD, ERIC, FR

(73) Propriétaire/Owner:
AIRBUS OPERATIONS SAS, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE DE COLLAGE PAR ULTRASON

(54) Title: ULTRASOUND BONDING PROCESS



(57) Abrégé/Abstract:

- L'objet de l'invention est un procédé de collage d'au moins deux éléments (10, 12) dont au moins un est imprégné d'une résine ou d'un mélange de résines thermoplastiques thermostables caractérisé en ce que les éléments sont mis en contact grâce à des moyens de pression qui sont susceptibles également de transmettre des vibrations à au moins un des éléments de manière à obtenir une élévation de température par friction au niveau de l'interface jusqu'à la température de mise en oeuvre comprise dans un palier (20), traduisant un accroissement de température moins rapide, correspondant au passage de l'état solide à l'état liquide de la résine ou du mélange de résines.

ABREGE DESCRIPTIF

- L'objet de l'invention est un procédé de collage d'au moins deux éléments (10, 12) dont au moins un est imprégné d'une résine ou d'un mélange de résines thermoplastiques thermostables caractérisé en ce que les éléments sont mis en contact grâce à des moyens de pression qui sont susceptibles également de transmettre des vibrations à au moins un des éléments de manière à obtenir une élévation de température par friction au niveau de l'interface jusqu'à la température de mise en œuvre comprise dans un palier (20), traduisant un accroissement de température moins rapide, correspondant au passage de l'état solide à l'état liquide de la résine ou du mélange de résines.

PROCEDE DE COLLAGE PAR ULTRASON

La présente invention se rapporte à un procédé de collage par ultrason plus particulièrement destiné à l'assemblage d'éléments dont au moins un est imprégné d'une résine.

Les techniques de collage sont largement utilisées dans le domaine des
5 composites, notamment dans les procédés de réalisation de panneau acoustiquement absorbant, et plus particulièrement dans l'élaboration de la couche résistive.

Conformément à l'enseignement de la demande du brevet FR-01.08036 au nom de la demanderesse, une couche résistive comprend un premier
10 élément d'amortissement acoustique sous forme d'une surface poreuse, par exemple d'un tissu acoustique métallique et au moins un deuxième élément de renfort structural sous forme par exemple de fibres pré-imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique ou d'un mélange de résines. Généralement, la couche résistive est réalisée à partir de bandes multicouches
15 comportant les éléments d'amortissement acoustique et de renfort structural.

La liaison par collage utilisant une ou plusieurs résines doit garantir non seulement une liaison mécanique solide entre les différentes éléments, mais également préserver le taux d'ouverture de l'élément d'amortissement acoustique dans le cas présent.

20 Pour obtenir des propriétés mécaniques optimales, la liaison par collage doit être réalisée à une température et une pression appropriées fonction de la résine utilisée.

Une des techniques utilisées pour réaliser ce collage consiste à utiliser une torche à azote soufflant de l'azote chaud pour apporter la quantité de chaleur nécessaire à la mise en œuvre de la résine et un rouleau presseur pour appliquer une pression sur les couches pour la mise en œuvre de la résine.

Cette technique ne donne pas satisfaction pour les raisons suivantes.

10 Tout d'abord, les lieux de chauffage et de pression sont décalés, ce qui induit nécessairement un refroidissement de la résine, si bien qu'au moment de sa mise en œuvre, lors de la pression, cette dernière n'est pas à la température requise, altérant inévitablement les caractéristiques d'adhésion et donc la qualité de la liaison. Pour compenser ce refroidissement dû au décalage, on est amené à surchauffer les matériaux au risque de brûler les éléments ou la résine et de lui faire perdre ses propriétés d'adhésion.

Ensuite, le chauffage est effectué de manière surfacique, si bien qu'il est nécessaire de surchauffer le matériau d'une des couches afin d'obtenir une bonne pénétration thermique.

20 Enfin, compte tenu des nombreux paramètres en jeu, le contrôle de la température de chauffe de la résine est quasiment impossible, si bien qu'il est très difficile d'obtenir une qualité de liaison constante et reproductible. Aussi, cette technique ne peut être utilisée pour une fabrication de type industrielle, notamment pour assurer la liaison de bandes entre elles lorsque ces dernières sont disposées sur un moule.

Aussi, la présente invention vise à pallier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un procédé de collage d'au moins deux éléments dont au moins un est imprégné d'une résine ou d'un mélange de résines, permettant une mise en œuvre optimale de la résine de manière reproductible, en limitant les risques d'altération par surchauffe des matériaux des couches liées mais également de la résine, ladite mise en œuvre étant susceptible de s'intégrer aisément dans un process industriel.

À cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage d'au moins deux éléments comprenant un premier constituant d'amortissement acoustique sous forme d'un tissu acoustique et au moins un deuxième constituant de renfort structural sous forme d'un matériau composite de fibres pré-imprégnées d'une résine thermoplastique ou d'un mélange de résines thermoplastiques les premier et deuxième constituants étant mis en bandes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins:

- une étape de mise en contact des éléments par des moyens de pression;
- 10 une étape de transmission de vibrations à au moins un des éléments par lesdits moyens de pression;
- une étape d'élévation de température par friction jusqu'à une température de mise en œuvre de la résine du matériau composite à laquelle cette dernière qui passe d'un état solide à un état visqueux ou liquide;
- une étape de maintien de la température de mise en œuvre selon un palier correspondant à la température de passage de l'état solide à l'état liquide de la résine ou du mélange de résines pour laquelle la résine agit comme un lubrifiant entre les deux éléments;
- 20 la température de mise en œuvre de la résine ou du mélange de résines étant inférieur à la température de fusion des éléments mis en contact.

De préférence, lorsque l'un des éléments comprend des ouvertures, la température de mise en œuvre est choisie au début du palier.

Selon une autre caractéristique, pour coller plusieurs éléments utilisant plusieurs types de résines ou mélanges de résines, il est préférable de réaliser le collage en plusieurs étapes en fonction du nombre de types de résines ou de mélanges de résines afin d'ajuster la température de mise en œuvre à chaque type.

3a

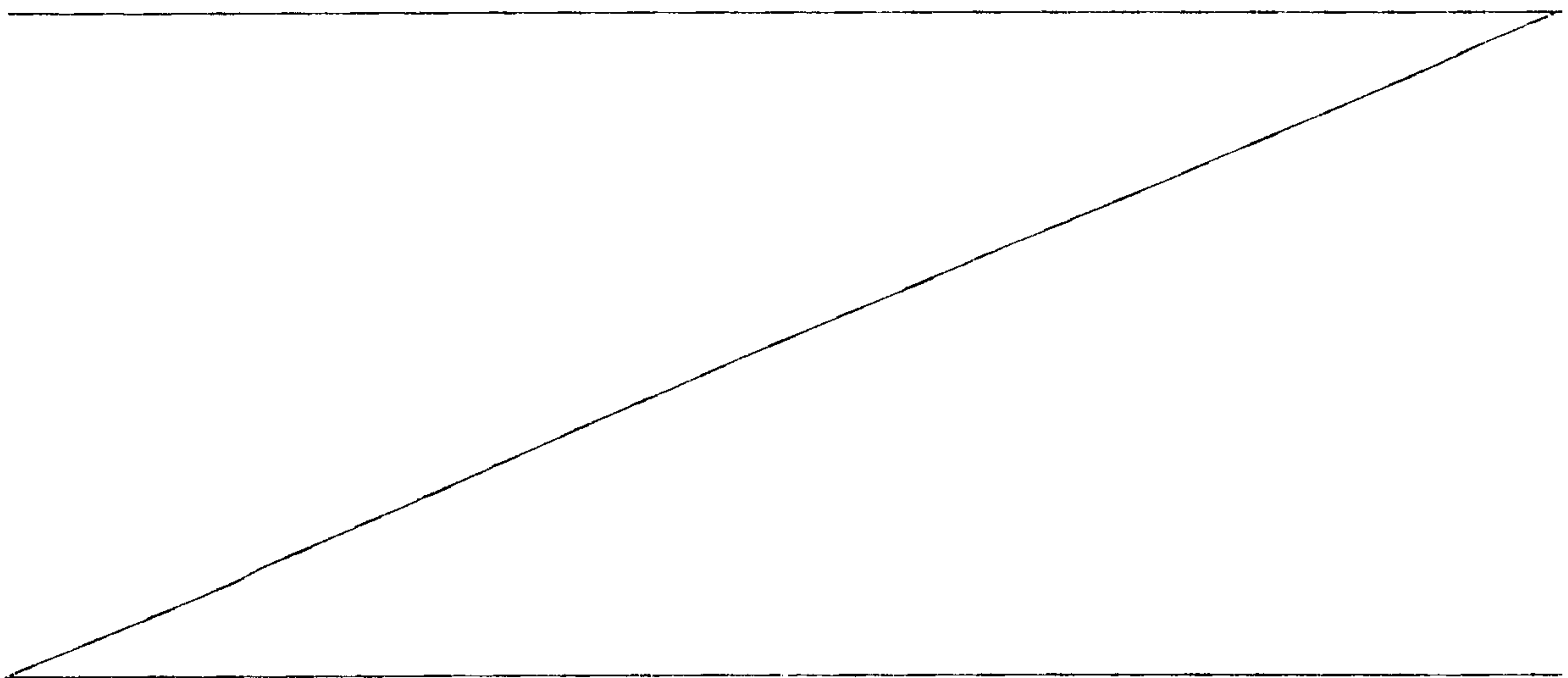
Selon un mode de réalisation préféré, les moyens de pression et de transmission de vibrations comprennent une tête de sonotrode qui est susceptible de transmettre les vibrations et un effort de pression ajustable et de presser les éléments contre un élément d'appui.

En fonction des applications, les éléments à coller défilent sous la tête de la sonotrode où cette dernière se déplace par rapport auxdits éléments.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre de l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 10
- la figure 1 est une représentation schématique illustrant le procédé de l'invention,
 - la figure 2 est une courbe d'élévation de température selon le procédé de l'invention, et
 - la figure 3 est une courbe d'élévation de température selon un procédé de l'art antérieur.

Un panneau acoustique comprend généralement au moins une couche résistive plus ou moins perméable à l'air combinée à au moins une structure alvéolaire de type nid d'abeilles l'ensemble étant rapporté sur un réflecteur total.



La couche résistive se présente généralement sous forme de bandes juxtaposées et comprend généralement un premier constituant d'amortissement acoustique sous forme par exemple d'un tissu acoustique métallique et au moins un deuxième constituant de renfort structural sous
5 forme par exemple de fibres pré-imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique ou d'un mélange de résines.

Le constituant d'amortissement acoustique est de préférence constitué par un tissu en grillage inoxydable du type de ceux commercialisés sous la marque GANTOIS.

10 De préférence, le constituant de renfort est constitué de fibres par exemple de carbone, de verre ou de la KEVLAR[®], sous forme de fils, de mèches, de tresses ou de brins de fils de section variable.

Pour assurer la liaison entre ces deux constituants, on a recours à une résine ou un mélange de résines. La ou les résines sont de préférence des
15 résines thermoplastiques thermostables, telles que celle des familles des polyétherimides (PEI), des polyétheréthercétones (PEEK), des polyphénylènesulfones (PPS), des polyamides (PA) et le polyéthylènetéréphtalate (PET).

Pour la suite de la description, par résine on comprendra une résine ou
20 un mélange de résines.

Selon l'invention, au moins un des deux constituants est pré-imprégné de résine en utilisant toute méthode appropriée, telle que par trempage par exemple. Avantageusement, les fibres en matériau composite sont pré-imprégnées.

25 Préalablement à l'étape de collage, pour un stockage et une utilisation plus aisés, les deux constituants d'amortissement acoustique et de renfort structural se présentent sous forme de bandes enroulées, respectivement 10 et 12, représentées sur la figure 1 par des bobines.

Pour l'opération de collage proprement dite, les deux bandes 10 et 12
30 sont mises en contact grâce à des moyens de pression qui sont susceptibles également de transmettre des vibrations à au moins une des deux bandes 10 ou 12.

Selon un mode de réalisation, ces moyens de pression et de transmission de vibration comprennent une tête de sonotrode 14 qui est susceptible de transmettre les vibrations et un effort de pression ajustable et de presser les bandes 10 et 12 l'une contre l'autre, contre une enclume 16.

5 La fréquence des vibrations est déterminée par l'homme du métier en fonction notamment, de l'encombrement de la sonotrode, de la puissance requise, de l'épaisseur des produits à chauffer et de leur nature.

Les vibrations transmises aux bandes génèrent deux phénomènes de chauffage, un chauffage volumique grâce à une agitation moléculaire et un
10 chauffage à l'interface entre les deux bandes produit par friction.

A titre indicatif, dans le cas d'une résine PEI, le chauffage volumique absorbe 10 à 15 % de la puissance de chauffage, le reste servant à l'élévation de température au niveau de l'interface.

Ainsi, selon le procédé de l'invention, on constate une forte et rapide
15 élévation de température au niveau de l'interface entre les deux bandes, ce qui permet la mise en température de la résine présente à ce niveau.

Dans le cas d'une utilisation d'une résine thermoplastique, l'élévation de température au niveau de l'interface permet de modifier l'état de ladite résine qui passe d'un état solide à un état visqueux ou liquide correspondant à son
20 état de mise en œuvre.

La température de mise en œuvre de la résine étant toujours inférieure à la température de fusion des éléments à mettre en contact, on note que cette solution technique empêche tous risques d'altération des éléments en contact par surchauffe. En effet, le chauffage volumique étant très faible par rapport
25 au chauffage à l'interface, l'élévation de température est parfaitement localisée à l'endroit de la mise en œuvre de la résine, les éléments à assembler n'étant soumis qu'à une faible élévation de température, dans tous les cas, inférieure à la température de mise en œuvre de la résine et donc inférieure à leur fusion.

30 A titre indicatif, la température de mise en œuvre d'une résine PEI est de l'ordre de 300°C et pour une résine PEEK de l'ordre de 400°C.

Par ailleurs, la sonotrode transmettant à la fois les vibrations et l'effort de pression, il n'existe aucun décalage entre le chauffage et la mise sous pression ce qui permet une mise en œuvre optimale de la résine. Ainsi, il n'est plus nécessaire de surchauffer la résine pour obtenir une température idéale de mise en œuvre lors de l'effort de pression, ce qui est le cas lorsque cet effort est décalé par rapport au chauffage.

Selon un autre avantage de l'invention, ce procédé de collage peut être mis en œuvre in situ lors de la réalisation du panneau acoustique et plus particulièrement lors de la mise en place des bandes, les parois du moule ou tout autre élément solide, par exemple le nid d'abeilles, étant susceptibles de constituer un élément d'appui à la manière d'une enclume. Dans ce cas, la tête de la sonotrode est susceptible de se déplacer et d'appliquer lors de son déplacement l'effort de pression et les vibrations.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé de collage permet également une régulation naturelle de la température.

En effet, lorsque les matériaux en contact sont à l'état solide, on constate une élévation de température rapide, correspondant à la portion 18 de la courbe de la figure 2, illustrant l'élévation de température au niveau de l'interface en fonction du temps.

Quand la résine passe de l'état solide à l'état visqueux ou liquide, elle agit comme un lubrifiant entre les deux bandes, ce qui se traduit par un accroissement de température moins rapide, correspondant au pallier 20. Si on continue à chauffer, la résine peut se vaporiser ou du moins devenir trop liquide et fluer lors de la pression, si bien que l'échauffement par friction reprend, aucun élément n'étant plus présent, ce qui se traduit par une forte augmentation de température correspondant à la portion 22.

Comme on peut le voir sur la figure 3, les autres techniques de chauffage pour la mise en œuvre de la résine ne permettent d'avoir ce pallier de réglage, l'augmentation de température étant sensiblement linéaire, si bien qu'il est très difficile de régler ce paramètre.

Ainsi, on note que selon le procédé pour une durée t l'élévation de température T est très faible contrairement au procédé de l'art antérieur pour lequel on constate une forte élévation de température T pour la même durée.

Dans le cas d'un collage en continue, comme illustré sur la figure 1, la
5 quantité d'énergie apportée qui correspond sensiblement à la montée en température de la résine dépend d'une part de la puissance délivrée par la sonotrode qui délivre une quantité de chaleur par unité de temps, et d'autre part, de la vitesse de défilement des bandes ou de déplacement de la tête de la sonotrode. Même si la sonotrode délivre une puissance sensiblement
10 constante dans le temps, la vitesse de défilement par contre peut être amenée à varier lors du procédé.

Aussi, grâce à la présence de ce pallier, même si les paramètres, notamment la vitesse, ne sont pas stables dans le temps, les fluctuations ne génèrent qu'une faible variation de la quantité d'énergie apportée ou de
15 l'élévation de température, si bien que les conditions de collage à savoir la pression et la température sont sensiblement constantes permettant d'obtenir une qualité de collage et donc des qualités mécaniques sensiblement constantes, permettant une industrialisation aisée du procédé.

Il est important de noter que le procédé comprend également une phase
20 de montée de température initiale rapide comme les procédés de l'art antérieur, ce qui contribue à obtenir une vitesse de réalisation du même ordre de grandeur que les procédés de l'art antérieur.

L'invention a également pour objet un procédé de réglage simple des paramètres utilisés lors du procédé de collage.

25 Ce procédé de réglage consiste à délimiter le pallier 20 par essai, c'est-à-dire définir les points A et B de début et de fin de pallier et régler une température de mise en œuvre de la résine comprise dans ce pallier en ajustant les paramètres de la sonotrode et la vitesse de défilement. Le dispositif pour la mise en œuvre du procédé est alors réglée pour ne pas
30 dépasser la température correspondant à la température d'altération de la résine.

Le procédé est alors fiable, répétitif et industriel.

Lorsque l'un des éléments collés comprend des ouvertures, par exemple un tissu en grillage, il est important de conserver un taux d'ouverture. A cet effet, il est préférable de choisir des paramètres de réglage permettant d'obtenir une température proche du début du palier A, correspondant à une
5 viscosité importante de la résine, pour éviter que cette dernière ne flue et ne vienne obturer les ouvertures.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé de l'invention peut être utilisé pour assembler plusieurs éléments ou couches entre eux en une seule étape. Toutefois, lorsque l'assemblage comprend des résines
10 différentes, il est préférable de réaliser l'assemblage en plusieurs étapes afin d'ajuster les paramètres du procédé à la résine, pour ne pas brûler la résine ayant la température de fusion la plus basse.

Pour assembler plus de deux couches, on peut utiliser plusieurs sonotrodes disposées de manière à former une chaîne, les moyens
15 d'alimentation en couche permettant à chaque sonotrode d'apporter au moins une couche supplémentaire.

A titre d'exemple, pour la réalisation d'une couche résistive comportant un constituant d'amortissement acoustique sous forme d'un tissu en grillage métallique renforcé sur chacune de ses faces avec une bande de carbone dont
20 l'une est imprégnée de résine PEI et l'autre d'une résine PEEK, on commence à coller une première face du tissu en grillage métallique avec la bande de carbone imprégnée de résine PEEK. Puis, sur la seconde face du tissu en grillage métallique, on vient coller, l'autre bande de carbone imprégnée de PEI. Le PEEK ayant une température de mise en œuvre plus élevée que le PEI, il est
25 préférable de coller d'abord la bande imprégnée de PEEK afin de ne pas décoller la bande imprégnée de PEI.

Bien entendu, l'invention n'est évidemment pas limitée au mode de réalisation représenté et décrit ci-dessus, mais en couvre au contraire toutes les variantes, notamment en ce qui concerne la nature des couches collées
30 entre elles.

Enfin, ce procédé peut aussi bien être utilisé pour le collage de couches ou d'éléments pour former une bande que pour le collage de bandes mono-constituant ou multi-constituants entre elles.

REVENDEICATIONS:

1. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage d'au moins deux éléments (10,12) comprenant un premier constituant d'amortissement acoustique sous forme d'un tissu acoustique et au moins un deuxième constituant de renfort structural sous forme d'un matériau composite de fibres pré-imprégnées d'une résine thermoplastique ou d'un mélange de résines thermoplastiques les premier et deuxième constituants étant mis en bandes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins:

une étape de mise en contact des éléments par des moyens de pression;

10 une étape de transmission de vibrations à au moins un des éléments par lesdits moyens de pression;

une étape d'élévation de température par friction jusqu'à une température de mise en œuvre de la résine du matériau composite à laquelle cette dernière qui passe d'un état solide à un état visqueux ou liquide;

une étape de maintien de la température de mise en œuvre selon un palier correspondant à la température de passage de l'état solide à l'état liquide de la résine ou du mélange de résines pour laquelle la résine agit comme un lubrifiant entre les deux éléments;

20 la température de mise en œuvre de la résine ou du mélange de résines étant inférieur à la température de fusion des éléments mis en contact.

2. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon la revendication 1, pour lequel un des deux éléments comprend des ouvertures, caractérisé en ce que la température de mise en œuvre est choisie au début du palier (20) correspondant à une viscosité importante de la résine, pour éviter que cette dernière ne flue et ne vienne obturer les ouvertures.

3. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage, pour lequel on réalise un constituant d'amortissement acoustique sous

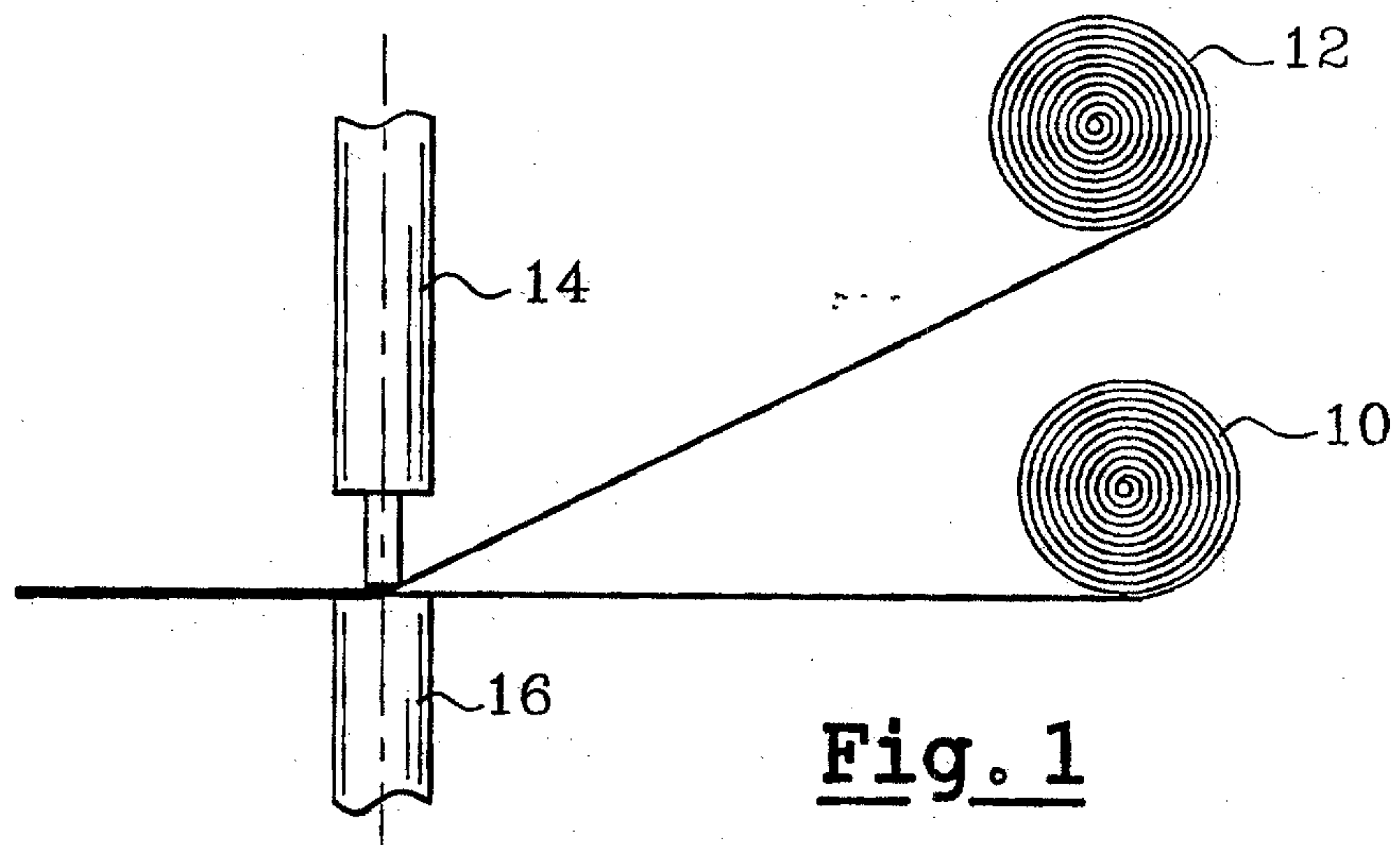
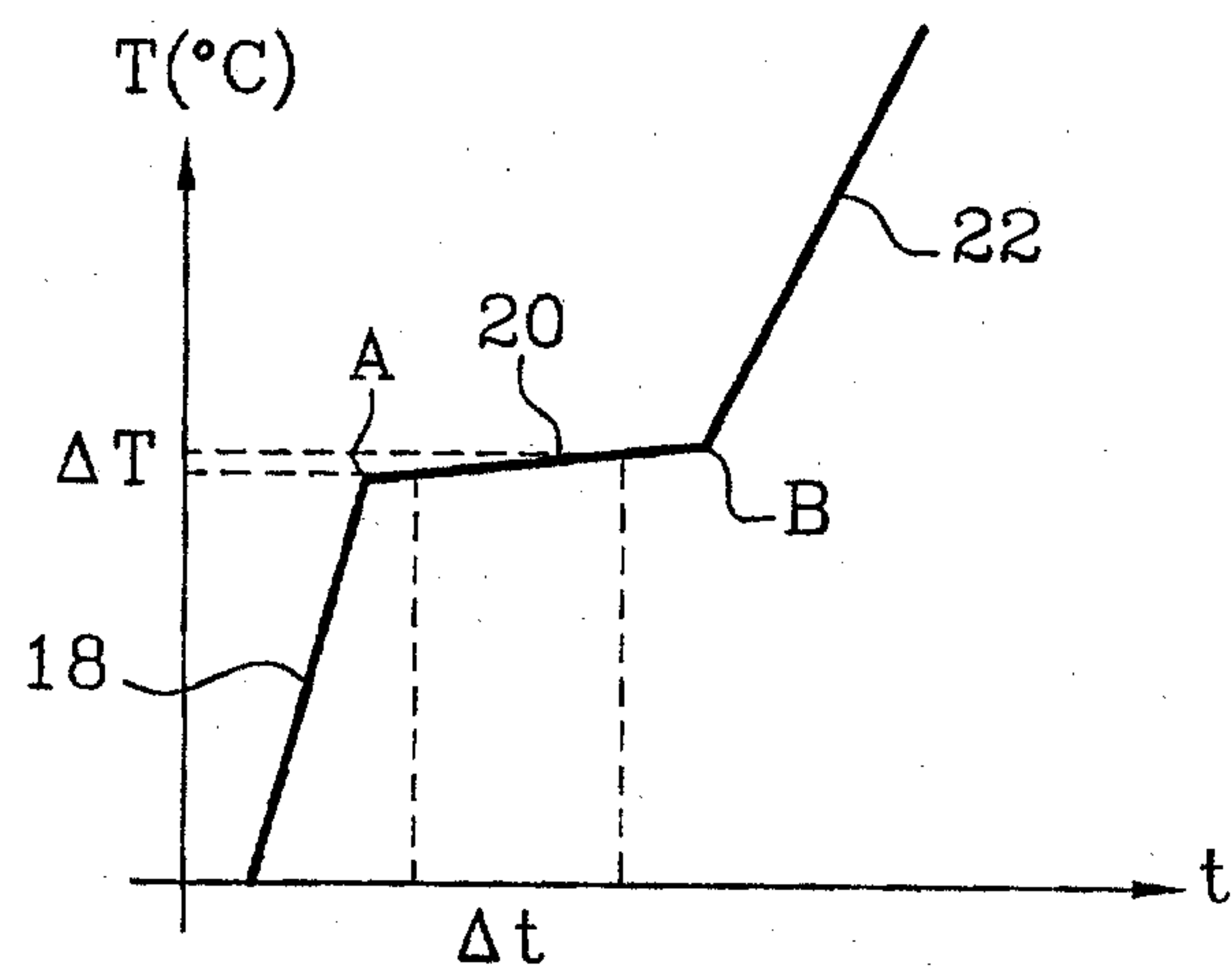
forme d'un tissu en grillage métallique renforcé sur chacune de ses faces avec une bande de matériau composite, dont l'une est réalisée avec des fibres imprégnées d'une première résine avec une première température de mise en oeuvre et l'autre est réalisée avec des fibres imprégnées d'une seconde résine avec une seconde température de mise en oeuvre inférieure à la première, caractérisé en ce qu'il comprend une première étapes de d'assemblage du tissu et de la bande de matériau composite avec des fibres imprégnées de la première résine selon la revendication 1 ou 2 à la première température de mise en oeuvre et une seconde étape d'assemblage de l'ensemble obtenu avec la bande de matériau composite avec des fibres imprégnées de la seconde résine selon la revendication 1 ou 2 à la seconde température de mise en oeuvre en sorte de coller une première face du tissu en grillage métallique avec la bande de fibres imprégnées de la première résine puis, sur la seconde face du tissu en grillage métallique, en sorte de coller, l'autre bande de fibres imprégnées de la seconde résine.

4. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de pression et de transmission de vibrations comprennent une tête de sonotrode (14) qui est susceptible de transmettre les vibrations et un effort de pression ajustable et de presser les éléments (10, 12) contre un élément d'appui (16).

5. Procédé de réalisation d'éléments de panneau d'atténuation acoustique par collage selon la revendication 4, caractérisé en ce que les éléments à coller se présentent sous forme de bandes superposées défilant entre la tête de la sonotrode (14) et l'élément d'appui.

6. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon la revendication 4, caractérisé en ce que la tête de la sonotrode (14) se déplace par rapport aux éléments à coller.

7. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 pour lequel la ou les résines sont choisies parmi les polyétherimides, polyétheréthercétone, les polyphénylènesulfones, les polyamides et le polyéthylènetéréphtalate.
8. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 pour lequel les fibres sont des fibres de carbone, de verre ou de la KEVLAR®, sous forme de fils, de mèches, de tresses ou de brins de fils de section variable.
9. Procédé de réalisation d'éléments de panneaux d'atténuation acoustique par collage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 pour lequel le tissu acoustique est réalisé au moyen d'un grillage métallique.
10. Procédé de réalisation de panneaux d'atténuation acoustique par collage caractérisé en ce que les panneaux sont réalisés par collage d'éléments de panneaux en répétant le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 9 avec des bandes obtenues par le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 9.

**Fig. 2****Fig. 3**