(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 868 829 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
13.12.2017 Bulletin 2017/50

(21) Numéro de dépôt: **14190572.9**

(22) Date de dépôt: **28.10.2014**

(51) Int Cl.:
E04C 3/12 *(2006.01)* ***E04C 3/18*** *(2006.01)*
E04G 21/12 *(2006.01)* ***E04G 23/02*** *(2006.01)*
E04C 5/08 *(2006.01)*

(54) **Procédé de renforcement d'un élément de construction en bois par assemblage d'un module de renfort mis en post-tension**

Verstärkungsverfahren eines Bauelements aus Holz durch den Zusammenbau eines nachgespannten Verstärkungsmoduls

Method for reinforcing a timber construction element by assembling a reinforcement module placed under post-tension

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **30.10.2013 FR 1360619**

(43) Date de publication de la demande:
06.05.2015 Bulletin 2015/19

(73) Titulaire: **M LEFEVRE**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **MENARD, Marc-Henry**
92600 ASNIERES (FR)
- **REDON, Carl**
94300 VINCENNES (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga**
Casalonga & Partners
Bayerstraße 71/73
80335 München (DE)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 420 622
EP-A2- 0 034 224
WO-A1-82/03647
WO-A1-2010/054491
DE-A1- 2 451 639
JP-A- H02 171 446

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 868 829 B1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du renforcement de structures de construction en bois (massif ou lamellé-collé). Lesdites structures de construction en bois s'étendent préférentiellement entre au moins deux points d'appui et travaillent préférentiellement en flexion, en traction, en compression, en flambement ou au déversement.

[0002] Au cours du temps, de telles structures sont susceptibles de se dégrader pour diverses raisons, telles que des infiltrations d'eau, provoquant une dégradation du matériau constituant la structure, des phénomènes de tassement du sol provoquant un mouvement des fondations du bâtiment, une modification du bâtiment postérieurement à sa construction, une surcharge de la structure provoquant des cassures etc...

[0003] Des surcharges permanentes ou ponctuelles dues à l'exploitation, peuvent également être appliquées à la structure de construction en bois, ce qui nécessite d'augmenter sa capacité portante en augmentant son inertie. L'évolution des normes de calcul de structure peut également nécessiter une mise en conformité de la structure de construction imposant d'augmenter son inertie.

[0004] De façon connue, la restauration des structures bois, de type plancher, poutre, etc..., présentant des fissurations, dégradations ou déformations, peut être réalisée par remplacement des éléments dégradés ou cassés nécessitant des échafaudages, voire une déconstruction puis une reconstruction partielle ou totale de l'ouvrage. De tels procédés affectent les structures environnantes et imposent des contraintes importantes en terme d'exploitation et de mise en oeuvre, notamment le délai d'immobilisation du bâtiment et le coût, et ne permettent pas de renforcer des ouvrages trop sollicités ou dégradés, en toute fiabilité et en toute sécurité, pour un coût raisonnable.

[0005] Il est possible d'utiliser des câbles ou tirants sous-tendus fixés à chaque extrémité de la poutre à renforcer et à un élément métallique disposé perpendiculairement à la poutre à renforcer.

[0006] Toutefois, un tel système de renforcement présente un encombrement important réduisant ainsi l'espace d'exploitation autour de la poutre à renforcer. De plus, les matériaux métalliques nécessaires présentent une mauvaise tenue au feu.

[0007] Il est également possible d'utiliser des modules de renfort à ajouter sur l'une des faces de la poutre à renforcer.

[0008] Ainsi, on renforce les éléments de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé par l'intégration de modules de renfort ou prothèses en bois ou en lamellé-collé par exemple sur la surface inférieure, dite intrados, de l'élément de construction à renforcer.

[0009] Une telle prothèse peut être de hauteur constante ou variable et sa longueur est souvent limitée à la zone centrale de la poutre où les moments fléchissant sont élevés.

[0010] La prothèse contribue ainsi à augmenter l'inertie de la poutre renforcée et peut lui être adjointe soit directement, auquel cas la prothèse n'est active qu'après mise en surcharge de la poutre, soit après une étape dit de vérinage consistant à la création d'une contre-flèche, donnée à la poutre au moment de son renforcement à l'aide de vérins, afin que la prothèse soit immédiatement en tension lors du dévérinage de l'ensemble.

[0011] Toutefois, bien que de tels modules de renfort présentent une bonne tenue au feu, ils nécessitent l'utilisation de tours échelle d'étaiement afin de leur donner une contre-flèche qui impose de disposer d'un grand espace d'exploitation autour de la poutre à renforcer.

[0012] De plus, il n'est pas possible d'augmenter leur rigidité sans augmenter leur dimension.

[0013] EP0034224A2 divulgue un procédé de renforcement de poutres de bois comportant au moins les stades successifs suivants : mise en contact mutuel des deux poutres à réunir avec intercalation d'une couche de fibres ; perçage d'une pluralité de trous d'ancrage à travers les deux poutres et la couche de fibres ; introduction de tiges d'armature dans les trous ainsi obtenus ; obturation des joints entre les deux poutres ; et introduction par coulage ou par injection d'une résine époxy ou d'un mélange de résines époxy dans lesdits trous d'ancrage jusqu'à leur remplissage total et jusqu'à l'imprégnation totale de la couche de fibres.

[0014] Le but de l'invention est donc de pallier ces inconvénients et de simplifier la mise en oeuvre du renforcement en facilitant sa pose sur un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé collé qui peut s'être déformé par rapport à sa forme initiale, par exemple une poutre fléchie. L'objet de l'invention est donc de fournir une contre-flèche au module de renfort sans utiliser de tour échelle d'étaiement, permettant ainsi de renforcer des poutres même dans les espaces les plus difficiles d'accès.

[0015] Un autre objet de l'invention est d'amener des modules de renfort bout à bout à assembler directement sur le site, par exemple sous la poutre à renforcer, afin d'assurer la continuité mécanique des efforts de traction que doit reprendre le renfort assemblé. Selon la revendication 1, l'invention concerne un procédé de renforcement d'un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé, dans lequel on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction, par l'intermédiaire d'au moins un connecteur, au moins un module de renfort en bois massif ou en bois lamellé collé. On insère dans au moins un logement prévu dans le module de renfort, au moins un toron, on met en post-tension ledit toron par un système de mise en post tension, et on fixe ledit toron par un dispositif d'ancrage.

[0016] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'ancrage comprend une plaque d'appui fixée à chaque extrémité du module de renfort et un dispositif de serrage comportant une mâchoire conique apte à serrer chaque extrémité du toron correspondant.

[0017] Dans un mode de réalisation, on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction, au moins deux modules de renfort adjacents en bois massif ou en bois lamellé collé liés par le toron mis en post-tension.

[0018] Avantageusement, on fixe une première plaque d'appui à une première extrémité du premier module de renfort, on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent et on fixe une deuxième plaque d'appui à une deuxième extrémité du deuxième module de renfort.

[0019] Par exemple, on peut positionner des moyens de protection en bois contre le feu autour des plaques d'appui.

[0020] Selon un autre mode de réalisation, le dispositif d'ancrage est un liant apte à sceller au moins une partie du toron à l'intérieur logement prévu dans le(s) module(s) de renfort.

[0021] Les connecteurs peuvent être des vis, des goujons scellés par un liant (non représenté) tel que par exemple une résine ou une colle simultanément dans la poutre et le module de renfort, ou encore des armatures constituées par des tiges ou barres rigides, par exemple en fibre de verre, de carbone, en acier ou autre....

[0022] Le liant peut être une résine, par exemple de type époxy, ou une colle, par exemple, de type cyanoacrylate, polyuréthane, formaldéhyde ou toute autre colle ou résine appropriée.

[0023] Le toron peut être réalisé en matériau métallique, en matériau synthétique, en matériau composite ou minéral.

[0024] Dans un mode de réalisation, le logement pour le toron est usiné dans le(s) module(s) de renfort.

[0025] Dans un autre mode de réalisation, le logement pour le toron est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du(des) module(s) de renfort en bois lamellé-collé lors de sa fabrication.

[0026] Avantageusement, on insère une gaine dans les lacunes formant un logement avant l'application d'un effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé. Ainsi, on évite l'obstruction des lacunes par la colle lors de l'effort de pression appliqué sur la superposition des lames en bois et des couches de colle. La gaine peut présenter des surfaces internes et externes qui peuvent être lisses ou annelées suivant les degrés d'adhérence requis entre le bois et la gaine et entre le toron et la gaine.

[0027] Le logement peut être sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du(des) modules de renfort afin de donner au toron une forme sensiblement parabolique.

[0028] Avantageusement on fixe le module de renfort à la poutre à renforcer par collage.

[0029] Dans un mode de réalisation, on positionne au moins une armature de frettage dans un perçage pratiqué respectivement dans le(s) module(s) de renfort et la poutre à renforcer.

[0030] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 1a illustre schématiquement un détail de la figure 1 ;
- la figure 2 représente une vue en coupe II-II de l'élément de construction renforcé selon la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un troisième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 5 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0031] Sur la figure 1 est représentée une poutre 1, par exemple en bois massif ou lamellé collé, possédant une surface inférieure, dite intrados ou plan convexe 1a, et devant être renforcée soit en raison d'une dégradation de ses propriétés mécaniques, soit en raison d'un accroissement de la charge qu'elle doit supporter.

[0032] Un module de renfort 2 en bois massif ou en bois lamellé collé est fixé sur la face inférieure 1a de la poutre 1 par l'intermédiaire d'une pluralité de connecteurs 3. Tels qu'illustrés, les connecteurs 3 sont des vis, au nombre de six, disposées de manière inclinée par rapport à la direction longitudinale de la poutre à renforcer 1. En variante, les connecteurs 3 pourraient être disposés de manière sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale de la poutre à renforcer 1. On notera que l'on pourrait prévoir un nombre de connecteurs supérieur ou égal à un.

[0033] En variante, on notera que les connecteurs 3 peuvent être des goujons scellés par un liant (non représenté) tel que par exemple une résine ou une colle simultanément dans la poutre et le module de renfort, ou encore des armatures constituées par des tiges ou barres rigides, par exemple en fibre de verre, de carbone, en acier ou autre....

[0034] Pour assembler le module de renfort 2 à la poutre 1, on positionne les connecteurs 3 dans des perçages 1b pratiqués respectivement dans le premier module de renfort 2 et dans la poutre 1 à renforcer.

[0035] La surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 est collée par un liant 4, tel que par exemple de la colle, avec le module de renfort 2. Ainsi, le module de renfort est assemblé par collage et vissage ou par collage et

brochage.

[0036] Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, le module de renfort 2 comporte deux logements 5a, 5b prévus pour recevoir chacun un toron 6a, 6b.

[0037] Le module de renfort 2 est réalisé en bois lamellé collé par la superposition de plusieurs couches de lames en bois (non représentées), tout en laissant subsister des lacunes afin de former un passage 5a, 5b pour le toron correspondant 6a, 6b. En variante, on pourrait prévoir de réaliser un perçage dans le module de renfort 2. On pourrait également prévoir que le module de renfort 2 soit réalisé en bois massif.

[0038] On notera que l'on pourrait prévoir un nombre de logement et de toron supérieur ou égal à un.

[0039] Le toron est réalisé en matériau métallique par exemple à haute limite élastique de type T15, en fibre de carbone, fibre de verre, fibre d'aramide, fibre minérale ou tout autre matériau synthétisé à base de polymère. Le toron peut également être réalisé en matériau composite tels que des joncs en carbone-époxy, verre-époxy, verre-vinylester, aramide-époxy, etc...

[0040] On notera que l'on pourrait prévoir une pluralité de torons afin de former un ou plusieurs câbles.

[0041] Chacun des torons 6a, 6b est mis en post tension par un système de mise en post tension 10 illustré en détail à la figure 1a.

[0042] Un premier moyen d'ancrage 7 est fixé à une première extrémité de chacun des torons 6a, 6b et un deuxième moyen d'ancrage 7 est fixé à une deuxième extrémité de chacun des torons 6a, 6b. Les deux moyens d'ancrage 7 sont identiques entre eux et seul le moyen d'ancrage 7 situé à une extrémité du 6a est illustré en détails sur la figure 1a et sera décrit. Tel qu'illustré en détail sur la figure 1a, le deuxième moyen d'ancrage 7 est relié à un système de mise en post tension 10 tel que par exemple un vérin hydraulique extérieur au module de renfort 2 et dont le déplacement selon les flèches F provoque la tension des torons 6a, 6b entre les deux moyens d'ancrage 7.

[0043] Chacun des moyens d'ancrage 7 comprend par exemple une plaque d'appui 8 disposée à chaque extrémité des torons 6a, 6b et est pourvu d'un passage 8a pour le toron 6a, 6b correspondant.

[0044] Tel qu'illustré, chacun des moyens d'ancrage 7 comprend en outre un dispositif de serrage 9 comportant, par exemple, un corps cylindrique 9a et une mâchoire conique 9b présentant une surface extérieure de forme conique coopérant avec un alésage 9c de forme correspondante réalisé dans le corps cylindrique 9a. Le corps cylindrique 9a présente sur sa surface extérieure de révolution une partie filetée 9d destinée à coopérer avec un moyen de vissage 9e. Le toron correspondant 6a passe dans un passage (non référencé) prévu à l'intérieur du corps cylindrique 9a du dispositif de serrage 9 et est serré entre les mâchoires coniques 9b, disposées respectivement à une extrémité du toron correspondant, par le moyen de vissage 9e. On pourrait prévoir tout autre moyen permettant d'ancrer chaque extrémité des torons 6a, 6b.

[0045] Tel qu'illustré, un système de vérin hydraulique 10 comprend un corps tubulaire 10a entourant le dispositif de serrage 9 et en appui axial sur l'une seule des plaques d'appui 8. Le corps tubulaire 10a comporte une ouverture (non représentée) afin de permettre le vissage du dispositif de serrage 9. On notera que l'on pourrait prévoir plusieurs ouvertures de vissage sur le corps tubulaire 10a.

[0046] Le corps tubulaire 10a est prolongé par un vérin 11 alimenté par une pompe hydraulique (non représentée) destinée à injecter un fluide par le passage 11a afin de déplacer le vérin 11 selon la flèche F. Le système de vérin hydraulique 10 comprend également un dispositif de serrage 12 est disposé à une extrémité du toron correspondant 6a. Le dispositif de serrage 12 comprend une clavette conique 12a destinée à coopérer avec une mâchoire 12b de forme correspondante. On notera que l'on pourrait prévoir tout autre moyen de serrage et de mise en tension du toron.

[0047] Le système de vérin hydraulique 10 permet de tendre le toron 6a, puis le dispositif de serrage 9 vient ancrer le toron 6a dans la position tendue afin d'assurer la post tension du toron. L'effort de précontrainte de chacun des torons 6a, 6b est transféré au module de renfort 2 par l'intermédiaire des plaques d'appui 8 du dispositif d'ancrage 7. La précontrainte est utilisée ici pour maintenir le module de renfort 2 dans un état de traction restreint, voire comprimé, et augmenter ainsi sa résistance à la traction et à la flexion.

[0048] Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, des armatures 13, telles que par exemple des vis ou des tiges, sont positionnées aux extrémités du module de renfort 2 de part et d'autre des logements 5a, 5b pour les torons 6a, 6b. Tel qu'illustré, les armatures de frettage 13 sont au nombre de trois rangées de trois armatures. En variante, on pourrait prévoir une unique rangée d'armature de frettage comportant au moins une armature de frettage. A titre d'exemple non limitatifs, les armatures peuvent être en matériau métallique.

[0049] Ces armatures 13 sont destinées à assurer le frettage du module de renfort 2 et la poutre à renforcer 1. En pratique, ces tiges ou vis de frettage 13 sont insérées dans des perçages (non référencés) pratiqués perpendiculairement aux torons 6a, 6b dans le module de renfort 2 et dans la poutre à renforcer 1.

[0050] En variante, on pourrait prévoir de positionner ces tiges ou vis de frettage 13 dans des perçages sensiblement inclinés par rapport à l'axe perpendiculaire aux torons 6a, 6b.

[0051] Ces vis ou tiges de frettage 13 permettent d'éviter la formation de fissures dans le module de renfort 2 à l'interface entre la poutre à renforcer 1 et le module de renfort 2, dans des axes horizontaux et parallèles aux torons 6a, 6b lorsque la poutre à renforcer est soumis à un effort de flexion important. La concentration de contrainte de cisaillement étant maximale aux extrémités du module de renfort, il est nécessaire de positionner les

armatures de frettage à proximité des extrémités. En variante, on pourrait ne pas prévoir d'armatures de frettage entre le module de renfort et la poutre à renforcer.

[0052] On notera que l'on pourrait prévoir comme armature de frettage, des vis auto foreuses ne nécessitant pas la création d'un perçage au préalable.

[0053] On notera que l'on pourrait prévoir de positionner des moyens de protection en bois contre le feu 14 autour de chacune des plaques d'appui 8. On notera également que l'épaisseur du bois autour de chaque toron peut être calculée en fonction de la tenue au feu souhaitée.

[0054] Le mode de réalisation illustré sur la figure 3, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes références, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par l'ancrage des torons 6a, 6a dans le logement correspondant 5a, 5b.

[0055] Après avoir mis en post-tension les torons 6a, 6b par l'intermédiaire du système hydraulique 10 décrit en référence à la figure 1a, les torons 6a, 6b sont maintenus en tension par les dispositifs de serrage 9 disposés à chacune des extrémités des torons 6a, 6b.

[0056] Un liant 15 est ensuite injecté dans les logements 5a 5b pour les torons 6a, 6b afin de lier les torons 6a, 6b au module de renfort 2. Le liant peut être injecté sous pression dans l'axe des logements, soit via des ouvertures latérales (non représentées) débouchant dans les logements 5a, 5b et permettant l'écoulement du liant par gravitation. Le liant peut être une résine, par exemple de type époxy, ou une colle, par exemple, de type cyanoacrylate, polyuréthane, formaldéhyde ou toute autre colle ou résine appropriée. Le liant peut être thixotrope ou fluide.

[0057] Après la mise en post tension réalisée et après durcissement du liant 15, les tensions appliquées aux torons 6a, 6b sont transmises au module de renfort 2 en désolidarisant les moyens de serrage 9 ainsi que le système de vérin extérieur 10. Le liant 15 joue ici le rôle de moyen d'ancrage des torons 6a, 6b. L'effort des torons 6a, 6b est ainsi transmis au module de renfort 2 par l'intermédiaire du liant 15.

[0058] On notera que le liant 15 peut être disposé uniquement sur une partie du toron 6a, 6b à sceller.

[0059] En variante, il est possible de combiner les modes de réalisation des figures 1 et 3 afin d'obtenir comme moyens d'ancrage des torons 6a, 6b la combinaison du liant 15 et des dispositifs d'ancrage 7.

[0060] Le mode de réalisation illustré sur la figure 4, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes références, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par le nombre de modules de renfort 2.

[0061] Tel qu'illustré sur la figure 4, plusieurs modules de renfort adjacents 2, 2n, 2(n+1), par exemple au nombre de trois, en bois massif ou en bois lamellé collé sont fixés sur la face inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 par l'intermédiaire d'une pluralité de connecteurs 3 identiques aux connecteurs en référence à la figure 1.

[0062] De manière identique au procédé de renforcement illustré sur les figures 1 à 3, pour assembler les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) à la poutre 1, on positionne les connecteurs 3 dans des perçages 1b pratiqués respectivement dans chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) et dans la poutre 1 à renforcer.

[0063] La surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 est collée par un liant 4, tel que par exemple de la colle, avec chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1), permettant de reprendre les efforts de cisaillement entre la poutre à renforcer 1 et les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1).

[0064] Tel qu'illustré sur la figure 4, les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) sont liés par deux torons 6a, 6b mis en post-tension insérés respectivement dans un logement correspondant 5a, 5b prévus dans chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1).

[0065] Chacun des torons 6a, 6b est mis en post tension par le système de mise en post tension 10 et ancré par les moyens d'ancrage 7 illustrés en détail à la figure 1a. La mise en post-tension des torons 6a, 6b ne sera pas davantage décrite.

[0066] Afin de lier les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) entre eux, on fixe une première plaque d'appui 8 à une première extrémité du premier module de renfort 2, on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort 2 à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent 2n, on accole la deuxième extrémité du deuxième module de renfort 2n à une première extrémité du troisième module de renfort adjacent 2(n+1) et on fixe une deuxième plaque d'appui 8 à une deuxième extrémité du troisième module de renfort 2(n+1). En d'autres termes, les plaques d'appui 8 sont disposées aux extrémités des torons 6a, 6b, indépendamment du nombre de modules de renfort.

[0067] Les torons 6a, 6b viennent ainsi plaquer les deux modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) l'un contre l'autre.

[0068] Il est possible d'assembler d'abord les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) entre eux, puis de fixer l'ensemble sur la surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1.

[0069] Alternativement, il est possible de fixer à la surface inférieure 1a de la poutre à renforcer chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1), puis d'insérer les torons 6a, 6b dans le logement 5a, 5b correspondant et d'appliquer la précontrainte.

[0070] De manière identique au procédé de renforcement selon la figure 3, on pourrait prévoir que les moyens d'ancrage soient réalisés par le liant seul ou la combinaison du liant et du dispositif d'ancrage 7 illustré en détail sur la figure 1a.

[0071] De manière similaire au procédé décrit en référence à la figure 1, on peut positionner un moyen de protection en bois (non représenté) contre le feu autour des plaques d'appui 8. On pourrait également prévoir des armatures de frettage aux extrémités de chaque module de renfort ou uniquement à proximité des extrémités des torons.

[0072] Le mode de réalisation illustré sur la figure 5, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes référen-

ces, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par la forme des logements 5a, 5b pour les torons 6a, 6b.

[0073] Le logement 5a, 5b pour le toron correspondant 6a, 6b est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du module de renfort en bois lamellé-collé lors de sa fabrication, afin de former un logement sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du module de renfort 2. Ainsi le toron inséré dans ce logement aura une forme sensiblement parabolique.

[0074] Lors de la fabrication connue du module de renfort en bois lamellé-collé, on empile successivement une lame de bois et une couche de colle, puis on crée un effort de pression. La création de lacune est réalisée par la superposition de lames de bois de longueur différentes. L'effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé va faire déborder la colle et ainsi venir obstruer les lacunes. Une gaine (non représentée), de préférence annelée, peut être insérée dans chacun des logements 5a, 5b formés par les lacunes avant l'application de l'effort de pression afin d'éviter l'obstruction des lacunes. Sous l'action de l'effort de pression, la colle, présente lors de la fabrication du module de renfort, va venir se répartir autour des gaines. Ainsi, chacun des torons 6a, 6b pourront être aisément insérés dans la gaine correspondante.

[0075] On notera que le procédé de renforcement ne se limite pas à l'utilisation d'un ou deux ou trois modules de renfort. On pourrait, en variante utiliser un nombre de modules de renfort supérieur à trois, afin, par exemple, de réparer une grande surface ou longueur d'une poutre endommagée.

[0076] En variante, on pourrait fixer les modules de renfort sur la face supérieure ou sur une face latérale de la poutre à renforcer.

[0077] On notera que les armatures 13 et les moyens de protections contre le feu 14 illustrés à la figure 1 peuvent être utilisés dans tous les modes de réalisation décrits ci-dessus.

[0078] L'invention est adaptée à toute structure dont une surface doit être réparée, tant pendant les travaux de renforcement qu'à l'issue de ceux-ci.

[0079] Grace à l'invention, on peut redonner de la résistance à la flexion, en traction, en compression, en flambement ou au déversement à la poutre en bois ou en lamellé collé endommagée grâce d'une part à la fixation par l'intermédiaire d'au moins un connecteur, complété ou non par une injection de résine ou de colle, de modules de renfort en bois ou en lamellé-collé sur au moins une surface de la poutre endommagée et d'autre part par un assemblage linéique des modules de renfort entre eux.

[0080] La poutre en bois endommagée est ainsi restaurée directement sur place grâce au procédé de renforcement décrit.

Revendications

1. Procédé de renforcement d'un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé (1), dans lequel

   - on fixe, sur au moins une des faces (la) dudit élément de construction (1), par l'intermédiaire d'au moins un connecteur (3), au moins un module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) en bois massif ou en bois lamellé collé,

   caractérisé en ce que

   - on insère dans au moins un logement (5a, 5b) prévu dans le module de renfort (2, 2n, 2(n+1)), au moins un toron (6a, 6b),
   - on met en post-tension ledit toron (6a, 6b) par un système de mise en post tension (10), et
   - on fixe ledit toron (6a, 6b) par un dispositif d'ancrage (7, 15).

2. Procédé de renforcement selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'ancrage (7) comprend une plaque d'appui (8) fixée à chaque extrémité du module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) et un dispositif de serrage (9) comportant une mâchoire conique (9b) apte à serrer chaque extrémité du toron correspondant (6a, 6b).

3. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction (1), au moins deux modules de renfort adjacents (2, 2n, 2(n+1)) en bois massif ou en bois lamellé collé liés par le toron (6a, 6b) mis en post-tension.

4. Procédé de renforcement selon les revendications 2 et 3, dans lequel on fixe une première plaque d'appui (8) à une première extrémité du premier module de renfort (2), on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort (2) à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent (2n) et on fixe une deuxième plaque d'appui (8) à une deuxième extrémité du deuxième module de renfort (2n).

5. Procédé de renforcement selon la revendication 2 ou 4, dans lequel on positionne des moyens de protection en bois (14) contre le feu autour des plaques d'appui (8).

6. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'ancrage est un liant (15) apte à sceller au moins une partie du toron (6a, 6b) à l'intérieur logement (5a, 5b) prévu dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)).

7. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les connecteurs (3) sont des vis ou des goujons scellés ou non par un liant.

8. Procédé de renforcement selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le liant (15) est une résine ou une colle.

9. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le toron (6a, 6b) est réalisé en matériau métallique, en matériau synthétique, en matériau composite ou en matériau minéral.

10. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le logement (5a, 5b) pour le toron (6a, 6b) est usiné dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)).

11. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le logement (5a, 5b) pour le toron (6a, 6b) est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du(des) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)) en bois lamellé-collé lors de sa fabrication.

12. Procédé de renforcement selon la revendication 11, dans lequel on insère une gaine dans les lacunes formant un logement avant l'application d'un effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé.

13. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le logement (5a, 5b) est sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du(des) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)).

14. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on fixe le module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) à la poutre à renforcer (1) par collage.

15. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on positionne au moins une armature de frettage (13) dans un perçage pratiqué respectivement dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)) et la poutre à renforcer (1).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verstärkung eines Bauelements aus Massivholz oder verleimtem Schichtholz (1), bei dem

- auf mindestens einer der Seiten (la) des Bauelements (1) mit Hilfe mindestens eines Verbinders (3) mindestens ein Verstärkungsmodul (2, 2n, 2(n+1)) aus Massivholz oder verleimtem Schichtholz befestigt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- in mindestens eine Aufnahme (5a, 5b), die in dem Verstärkungsmodul (2, 2n, 2(n+1)) vorgesehen ist, mindestens ein Strang (6a, 6b) eingesetzt wird,
- der Strang (6a, 6b) durch ein Nachspannsystem (10) nachgespannt wird, und
- der Strang (6a, 6b) durch eine Verankerungsvorrichtung (7, 15) befestigt wird.

2. Verstärkungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Verankerungsvorrichtung (7) eine Stützplatte (8), die an jedem Ende des Verstärkungsmoduls (2, 2n, 2(n+1)) befestigt ist, und eine Spannvorrichtung (9), umfassend eine konische Klemmbacke (9b), die geeignet ist, jedes Ende des entsprechenden Strangs (6a, 6b) einzuspannen, umfasst.

3. Verstärkungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem auf mindestens einer der Seiten des Bauelements (1) mindestens zwei angrenzende Verstärkungsmodule (2, 2n, 2(n+1)) aus Massivholz oder verleimtem Schichtholz befestigt werden, die durch den nachgespannten Strang (6a, 6b) verbunden sind.

4. Verstärkungsverfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, bei dem eine erste Stützplatte (8) an einem ersten Ende des ersten Verstärkungsmoduls (2) befestigt wird, das zweite Ende des ersten Verstärkungsmoduls (2) mit einem ersten Ende des zweiten angrenzenden Verstärkungsmoduls (2n) verbunden wird, und eine zweite Stützplatte (8) an einem zweiten Ende des zweiten Verstärkungsmoduls (2n) befestigt wird.

5. Verstärkungsverfahren nach Anspruch 2 oder 4, bei dem Brandschutzmittel aus Holz (14) um die Stützplatten (8) angeordnet werden.

6. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verankerungsvorrichtung ein Bindemittel (15) ist, das geeignet ist, mindestens einen Teil des Strangs (6a, 6b) in der Aufnahme (5a, 5b), die in dem(n) Verstärkungsmodul(en) (2, 2n, 2(n+1)) vorgesehen ist, zu versiegeln.

7. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verbinder (3) Schrauben oder Stifte sind, die durch ein Bindemittel versiegelt sind oder nicht.

8. Verstärkungsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem das Bindemittel (15) ein Harz oder ein Klebstoff ist.

9. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Strang (6a, 6b) aus metallischem Material, aus synthetischem Material, aus Verbundstoff oder aus mineralischem Material hergestellt ist.

10. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Aufnahme (5a, 5b) für den Strang (6a, 6b) in dem(n) Verstärkungsmodul(en) (2, 2n, 2(n+1)) eingearbeitet ist.

11. Verstärkungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Aufnahme (5a, 5b) für den Strang (6a, 6b) hergestellt ist, wobei Lücken zwischen den Lamellen des(der) Verstärkungsmoduls(e) (2, 2n, 2(n+1)) aus verleimtem Schichtholz bei ihrer Herstellung gelassen werden.

12. Verstärkungsverfahren nach Anspruch 11, bei dem eine Hülle in die eine Aufnahme bildenden Lücken vor dem Anlegen einer Druckkraft, die für die Herstellung des Verstärkungsmoduls aus verleimtem Schichtholz notwendig ist, eingesetzt wird.

13. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Aufnahme (5a, 5b) im Wesentlichen in Bezug zur Längsachse des(der) Verstärkungsmoduls(e) (2, 2n, 2(n+1)) geneigt ist.

14. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Verstärkungsmodul (2, 2n, 2(n+1)) an dem zu verstärkenden Träger (1) durch Kleben befestigt wird.

15. Verstärkungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens eine Schrumpfarmierung (13) in einer Bohrung positioniert wird, die in dem(n) Verstärkungsmodul(en) (2, 2n, 2(n+1)) bzw. dem zu verstärkenden Träger (1) vorgesehen ist.

Claims

1. Method for reinforcing a construction element (1) of solid wood or of glued-laminated wood, in which

   - at least one reinforcing module (2, 2n, 2(n+1)) of solid wood or of glued-laminated wood is fixed to at least one of the faces (1a) of said construction element (1) via at least one connector (3), **characterized in that**
   - at least one strand (6a, 6b) is inserted into at least one housing (5a, 5b) provided in the reinforcing module (2, 2n, 2(n+1)),
   - said strand (6a, 6b) is post-tensioned by a post-tensioning system (10), and
   - said strand (6a, 6b) is fixed by an anchoring device (7, 15).

2. Reinforcing method according to Claim 1, in which the anchoring device (7) comprises a bearing plate (8) fixed to each end of the reinforcing module (2, 2n, 2(n+1)), and a clamping device (9) comprising a conical jaw (9b) able to clamp each end of the corresponding strand (6a, 6b).

3. Reinforcing method according to either one of Claims 1 and 2, in which at least two adjacent reinforcing modules (2, 2n, 2(n+1)) of solid wood or of glued-laminated wood, which are connected by the post-tensioned strand (6a, 6b), are fixed to at least one of the faces of said construction element (1).

4. Reinforcing method according to Claims 2 and 3, in which a first bearing plate (8) is fixed to a first end of the first reinforcing module (2), the second end of the first reinforcing module (2) is juxtaposed with a first end of the second adjacent reinforcing module (2n) and a second bearing plate (8) is fixed to a second end of the second reinforcing module (2n).

5. Reinforcing method according to Claim 2 or 4, in which fire-resistant wooden protection means (14) are positioned around the bearing plates (8).

6. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the anchoring device is a binder (15) able to seal at least one portion of the strand (6a, 6b) within the housing (5a, 5b) provided in the reinforcing module(s) (2, 2n, 2(n+1)).

7. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the connectors (3) are screws or pins which are or are not sealed by a binder.

8. Reinforcing method according to Claim 6 or 7, in which the binder (15) is a resin or a glue.

9. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the strand (6a, 6b) is made of metallic material, of synthetic material, of composite material or of mineral material.

10. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the housing (5a, 5b) for the strand (6a, 6b) is machined in the reinforcing module(s) (2, 2n, 2(n+1)).

11. Reinforcing method according to any one of Claims 1 to 9, in which the housing (5a, 5b) for the strand

(6a, 6b) is produced by leaving gaps between the laminations of the reinforcing module(s) (2, 2n, 2(n+1)) of glued-laminated wood during the manufacture thereof.

12. Reinforcing method according to Claim 11, in which a sheath is inserted into the gaps forming a housing prior to the application of a pressure force necessary for the manufacture of the reinforcing module of glued-laminated wood.

13. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the housing (5a, 5b) is substantially inclined with respect to the longitudinal axis of the reinforcing module(s) (2, 2n, 2(n+1)).

14. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which the reinforcing module (2, 2n, 2(n+1)) is fixed to the beam (1) to be reinforced by gluing.

15. Reinforcing method according to any one of the preceding claims, in which at least one binding reinforcement (13) is positioned in a drilling made respectively in the reinforcing module(s) (2, 2n, 2(n+1)) and the beam (1) to be reinforced.

FIG.1

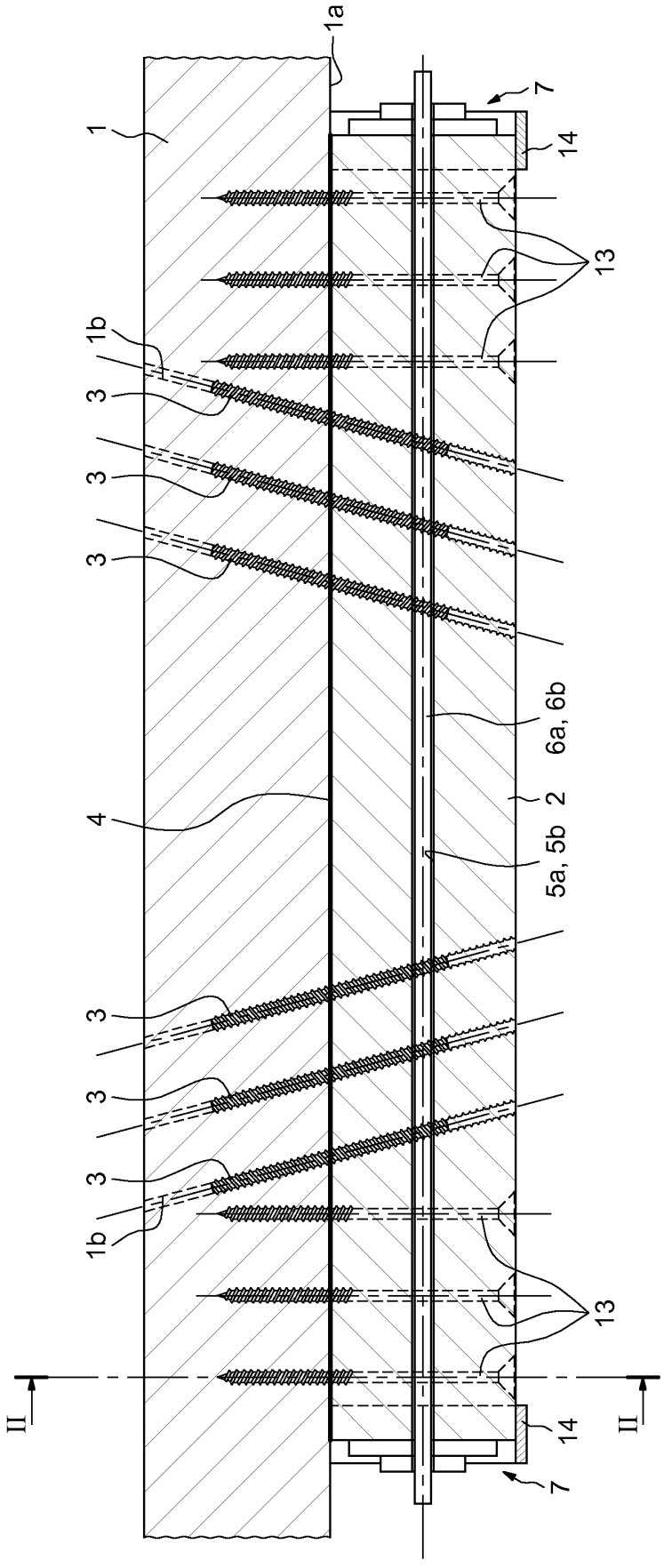


FIG.1a

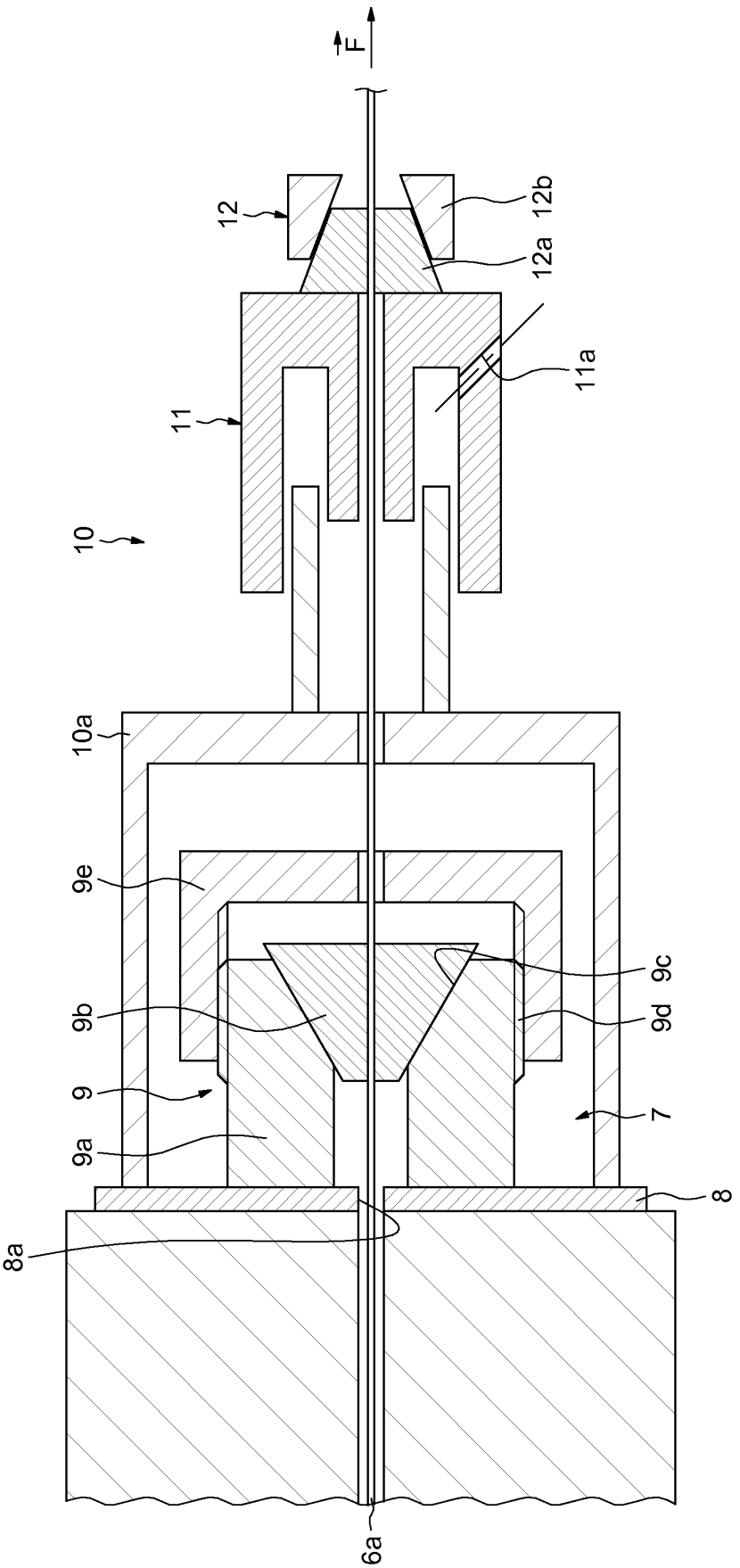


FIG.2

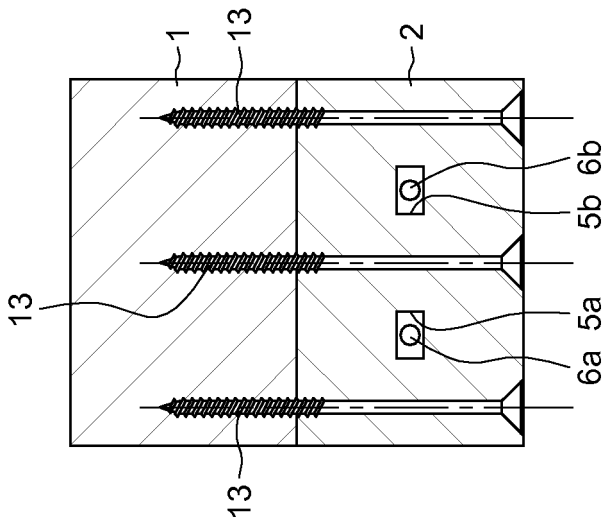


FIG.3

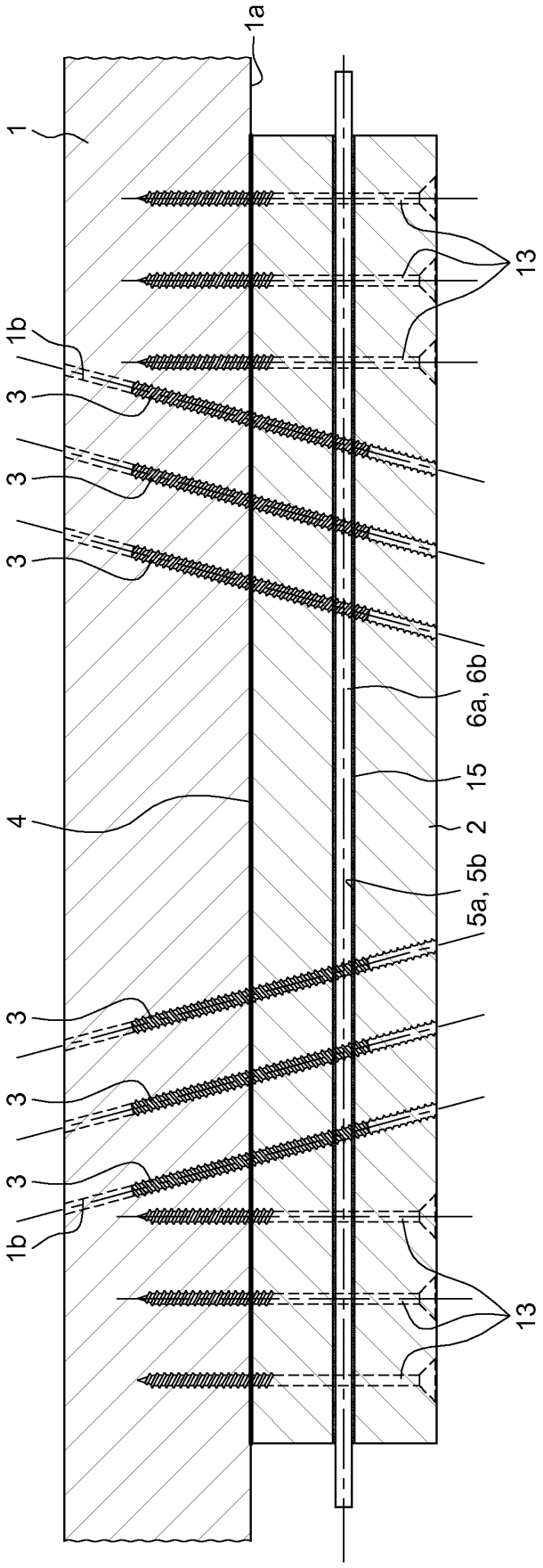


FIG.4

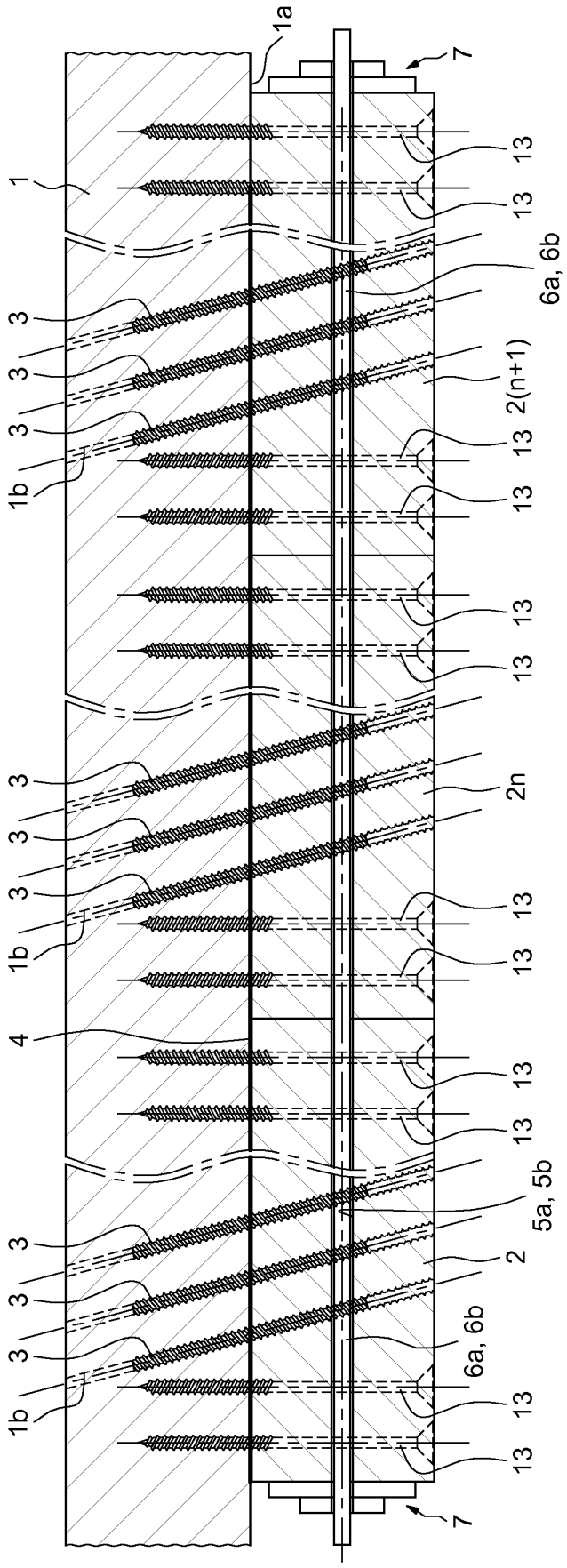
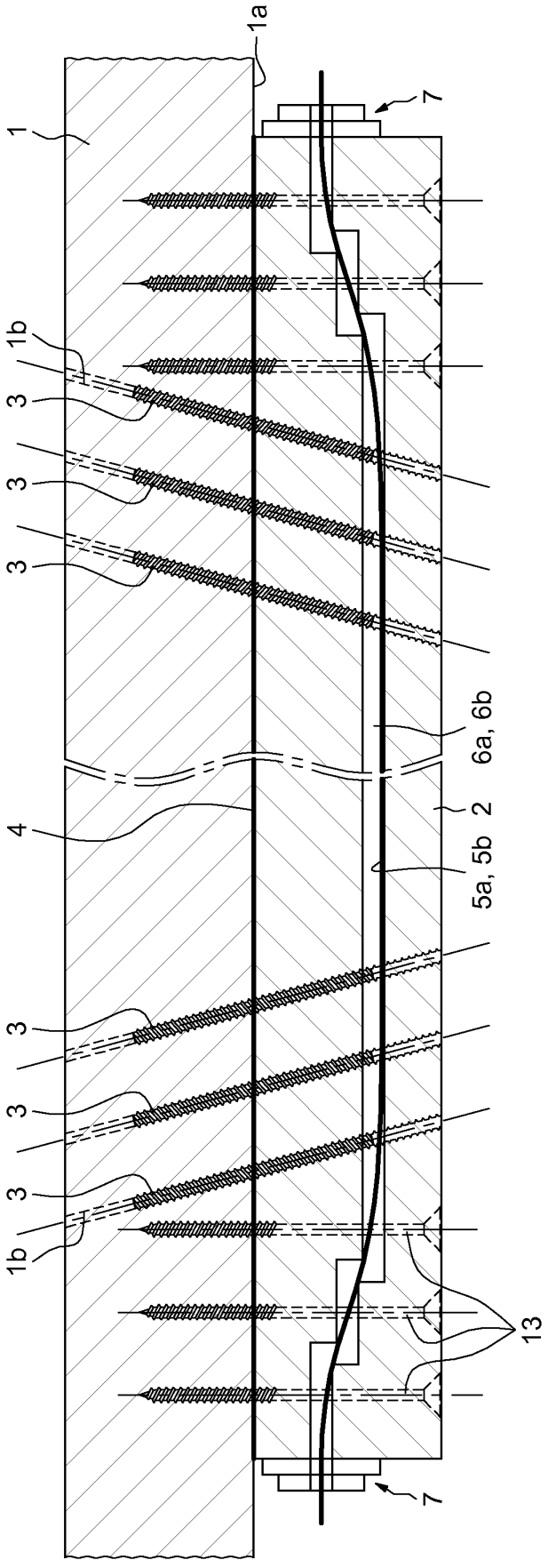

1a
7
1
13
13
6a, 6b
3
3
3
3
2(n+1)
1b
13
13
13
13
3
3
3
2n
1b
13
13
4
13
13
5a, 5b
3
3
3
3
2
6a, 6b
1b
13
13
7

FIG.5



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0034224 A2 **[0013]**