(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 119 092**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **21 00743**

(51) Int Cl[8] : ***A 61 C 5/77*** *(2020.12), A 61 C 5/70, 13/003, 13/08, 13/087, 13/09, A 61 K 6/58, 6/884*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 27.01.21.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.07.22 Bulletin 22/30.

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

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *CLUNET-COSTE Bruno* — FR, *MANEUF Bernard* — FR et *COLLOMBIN André* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CLUNET-COSTE Bruno, MANEUF Bernard et COLLOMBIN André.

(73) **Titulaire(s) :** CLUNET-COSTE Bruno, MANEUF Bernard, COLLOMBIN André.

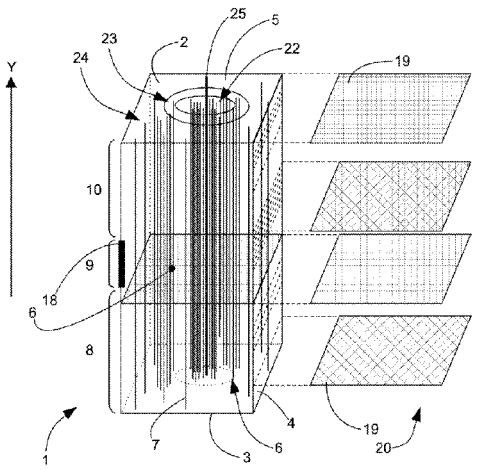
(74) **Mandataire(s) :** CABINET HECKE.

(54) PRÉFORME USINABLE POUR RECONSTRUCTION CORONO-RADICULAIRE, ÉLÉMENT USINABLE COMPORTANT UNE TELLE PRÉFORME, PROCÉDÉ DE RÉALISATION D'UNE RECONSTITUTION CORONO-RADICULAIRE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PRÉFORME.

(57) PRÉFORME USINABLE POUR RECONSTRUCTION CORONO-RADICULAIRE, ÉLÉMENT USINABLE COMPORTANT UNE TELLE PREFORME, PROCÉDÉ DE RÉALISATION D'UNE RECONSTITUTION CORONO-RADICULAIRE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PRÉFORME

La préforme (1) pour élément prothétique dentaire comprend des deux faces principales opposées (2,3) et des premières fibres (7) parallèles à une première direction (Y) et reliant les deux faces principales opposées (2,3). Des nappes (20) de fibres sont superposées selon la première direction (Y). Les premières fibres (7) comportent au moins une fibre de référence (8) formée dans une couleur différente des autres premières fibres. La préforme possèdes de propriétés mécaniques différentes aux deux extrémités en réponse à une sollicitation perpendiculaire à la première direction (Y).

Figure pour l'abrégé : figure 1



FR 3 119 092 - A1

Description

Titre de l'invention : PRÉFORME USINABLE POUR RECONSTRUCTION CORONO-RADICULAIRE, ÉLÉMENT USINABLE COMPORTANT UNE TELLE PRÉFORME, PROCÉDÉ DE RÉALISATION D'UNE RECONSTITUTION CORONO-RADICULAIRE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PRÉFORME

Domaine technique

[0001] L'invention est relative à une préforme pour la formation d'un élément prothétique, un élément usinable comportant une telle préforme, un procédé de fabrication de la préforme et un procédé de réalisation d'une reconstruction corono-radiculaire au moyen de la préforme et une reconstruction corono-radiculaire.

Technique antérieure

[0002] En dentisterie, il est classique d'utiliser des éléments prothétiques pour réaliser des soins et notamment pour réaliser des reconstructions dentaires. Il est courant d'utiliser un inlay-core, un pilier d'implant ou une couronne dentaire qui sont des éléments monoblocs, c'est-à-dire qui forment une seule pièce. Ces éléments prothétiques sont réalisés dans un seul matériau ou un seul ensemble de matériaux. Il est connu d'utiliser des alliages métalliques pour la fabrication des éléments prothétiques. Généralement, les alliages métalliques utilisés sont des aciers inoxydables, du titane ou des matériaux équivalents tels que des matières minérales. Il est encore possible de réaliser des éléments prothétiques dans des céramiques monolithiques et notamment en zircone. Malheureusement, les matériaux présentés plus haut possèdent un module d'élasticité qui est plus élevé que celui de la dentine ce qui peut conduire à une désolidarisation entre la dentine et l'élément prothétique ou à une fracture de la racine dentaire. Par ailleurs, l'utilisation d'un élément prothétique dans un matériau dur et monobloc rend le démontage de la dent dangereux lorsqu'il est nécessaire d'intervenir par meulage de l'élément prothétique pour accéder aux zones canalaires apicales. Une telle intervention doit être réalisée lorsqu'une infection se déclare.

[0003] Les éléments prothétiques peuvent être formés de différentes manières, par exemple par une technique de coulée en cire perdue dans un laboratoire de prothèse ou alors par usinage d'une préforme réalisée dans un alliage métallique, dans un matériau composite ou dans une céramique. L'élément prothétique peut être obtenu à partir de la préforme à l'issue d'une opération de conception assistée par ordinateur (CFAO en langue française ou CAD CAM en langue anglaise pour Computer-Aided Design and

Computer-Aided Manufacturing).

[0004] Différentes configurations d'éléments prothétiques ont été proposées et/ou sont utilisées. Le document FR2588181 propose une prothèse endobuccale en matière composite. Cette prothèse est utilisée pour la formation d'un tenon pour faux moignons ou d'un inlay pour une reconstitution dentaire, par exemple pour une reconstitution corono-radiculaire. Le tenon est formé par des faisceaux de fibres assemblés dans une matrice de résine. Ces tenons sont classiquement réalisés par pultrusion. Avec un tel tenon, il est nécessaire de coller le faux-moignon sur le tenon ce qui créé une interface supplémentaire et donc un risque accru de défaillance. Le faux moignon comble l'espace vide laissé par la dent pour servir de support à la couronne. Une telle structure remplace un inlay core monobloc en proposant un élément prothétique formé par deux pièces. Un autre tenon en matériau composite fibré est décrit dans le document EP0432001 qui utilise des fibres parallèles et continues selon l'axe longitudinal du tenon. Cependant, ces tenons sont fabriqués sur place avec des fibres disposées à la main dans le canal dentaire ce qui implique des disparités entre les réalisations et une immobilisation du patient durant toutes les étapes de réalisation.

[0005] Le document US 2002/086266 propose de réaliser un préforme qui sera usinée par CFAO afin de former un élément prothétique dentaire tel qu'une couronne, un tenon, un inlay ou un onlay. La préforme est formée par un matériau composite renforcé par des fibres. Les fibres peuvent être de taille quelconque et éventuellement tissées. Elles peuvent aussi être floquées. Le document WO2017/098096 décrit la fabrication d'un inlay core fabriqué par CFAO à partir d'un disque usinable. L'inlay core est formé par des fibres unidirectionnelles noyées dans une matrice polymérique. Des joncs circulaires sont fabriqués par pultrusion. Les joncs sont constitués de fibres unidirectionnelles noyées dans une matrice polymérique. Les joncs sont découpés en tronçons et sont positionnés dans des alvéoles circulaires d'un support. Le support est un disque circulaire standard en CFAO.

[0006] Le document WO2010/109496 décrit l'utilisation d'un matériau composite qui est formé par des fibres résistantes associées à une matrice polymérique. Le matériau composite est destiné à former indifféremment une couronne dentaire ou un tenon. Les fibres mécaniquement résistantes sont tissées ou tricotées ensemble pour former des couches planaires de renforcement superposées et liées entre elles. Il ressort que les couches liées entre elles par des fils traversants peuvent glisser. Les couches planaires sont liées entre elles au moyen de plusieurs éléments transverses de renforcement. Les éléments transverses de renforcement peuvent être intertricotés avec les couches planaires de renforcement. Le matériau composite est soumis à une étape de gravure pour former un élément prothétique.

Objet de l'invention

[0007] Un objet de l'invention consiste à prévoir un procédé de fabrication d'un élément prothétique qui est facile à mettre entre œuvre et qui permet de former un élément prothétique qui procure de meilleures performances mécaniques.

[0008] Le procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable pour élément prothétique comprenant les étapes suivantes :

- fournir un treillis tridimensionnel formé par une pluralité de fibres et une pluralité de points de fixation, chaque fibre de la pluralité de fibres comportant au moins un point de fixation avec une autre fibre de la pluralité de fibres de sorte que le treillis conserve sa forme lorsqu'il est soumis à une première valeur de contraintes, le treillis définissant une structure poreuse, la pluralité de fibres comportant une pluralité de première fibres disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction,
- remplir le treillis avec une première résine, la première résine appliquant la première contrainte au treillis,
- polymériser la première résine.

[0009] Le procédé est remarquable en ce que le treillis forme au moins deux zones distinctes disposées successivement selon la première direction et présente des propriétés mécaniques différentes en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction.

[0010] Dans un mode de réalisation, la pluralité de points de fixation est formée par une soudure entre deux fibres, une brasure entre deux fibres, un nœud entre deux fibres, une fixation entre deux fibres au moyen d'une deuxième résine à l'état polymérisé.

[0011] Préférentiellement, le procédé comporte successivement l'installation de la pluralité de premières fibres sur un support, les premières fibres étant parallèles entre elles et la réalisation des autres fibres de la pluralité de fibres pour former le treillis

[0012] De manière avantageuse, le treillis est formé par une seule pièce au moyen d'un procédé de fabrication additive ou par un procédé de fabrication soustractive.

[0013] Dans un autre mode de réalisation, la pluralité de fibres comporte une fibre de référence ayant une couleur différente des premières fibres et de la première résine, la fibre de référence étant parallèle aux premières fibres.

[0014] Dans une configuration préférentielle, le treillis forme au moins une portion centrale, une portion intermédiaire et une portion périphérique, la portion intermédiaire entourant la portion centrale et séparant la portion centrale et la portion périphérique, la teneur volumique en premières fibres dans la portion centrale étant supérieure à la teneur volumique en premières fibres dans la portion intermédiaire, elle-même supérieure à la teneur volumique en premières fibres dans la portion périphérique.

[0015] Il est également de prévoir, dans la portion centrale, que la teneur volumique en premières fibres est supérieure à la teneur volumique totale des autres fibres de la

pluralité de fibres.

[0016] Avantageusement, les premières fibres s'étendent continument depuis une première face jusqu'à une deuxième face opposée, la première face et la deuxième face étant opposées selon la première direction.

[0017] Dans une autre configuration, la première résine possède un module de Young inférieur au module de Young du treillis selon la première direction et selon une direction perpendiculaire à la première direction.

[0018] Préférentiellement, le procédé comporte en outre former au moins un repère sur la au moins une face latérale de la préforme usinable à l'interface entre deux zones distinctes des au moins deux zones distinctes.

[0019] Dans un mode de réalisation avantageux, la pluralité de fibres comporte des deuxièmes fibres s'étendant perpendiculairement à la première direction sous la forme d'une pluralité de nappes de deuxièmes fibres.

[0020] Il est préférable de prévoir que chaque première fibre soit fixée à au moins une nappe de la pluralité de nappes par un point de fixation de la pluralité de points de fixation.

[0021] Dans une configuration particulière, les au moins deux zones distinctes sont trois zones disposées consécutivement selon la première direction. Les trois zones se distinguent les unes des autres par au moins l'un des paramètres suivants :

- le pourcentage volumique en deuxièmes fibres,
- la distance entre deux nappes de deuxièmes fibres successives,
- l'armature des nappes de deuxièmes fibres lorsque les nappes sont tissées,
- la composition chimiques des deuxièmes fibres formant les nappes de deuxièmes fibres,
- l'orientation des fibres de chaine et de trame lorsque les nappes de deuxièmes fibres sont des nappes tissées.

[0022] Il est également avantageux d'envisager un procédé qui comportant au moins les étapes suivantes :

- fournir une empreinte d'une dent à réparer,
- calculer les dimensions de trois zones disposées successivement selon la première direction et représentatives d'un ancrage radiculaire, d'un boitier pulpaire et d'une reconstitution coronaire,
- définir les dimensions de la portion centrale perpendiculairement à la première direction, les dimensions de la portion centrale étant choisies supérieures aux dimensions de la zone d'ancrage radiculaire perpendiculairement à la première direction ,
- définir les dimensions des nappes de deuxième fibres de manière à s'étendre au-delà des dimensions de la zone d'ancrage radiculaire, de la zone de boitier pulpaire et de la zone de reconstitution coronaire perpendiculairement à la première direction et

définir les configurations des nappes de fibres le long de la première direction pour définir les au moins trois zones,

- former le treillis tridimensionnel.

[0023] Préférentiellement, le procédé comporte la fabrication d'une pluralité de préformes usinables connectées rigidement entre elles sous la forme d'un support, les préformes de la pluralité de préformes usinables étant connectées mécaniquement entre elles au moins par la première résine polymérisée.

[0024] De manière avantageuse, les préformes de la pluralité de préformes usinables sont connectées mécaniquement entre elles par des fibres de la pluralité de fibres à l'exception des premières fibres.

[0025] Il est également intéressant de prévoir une étape de singularisation de chacune des préformes usinables par gravure du support.

[0026] L'invention a également pour objet une préforme usinable facilitant la réalisation d'un élément prothétique et assurant un meilleur comportement mécanique vis-à-vis de la dentine en comparaison des préformes usinables de l'art antérieur. A cet effet, la préforme usinable pour élément prothétique dentaire comporte un treillis tridimensionnel noyé dans une première résine à l'état polymérisé. Le treillis tridimensionnel est formé par une pluralité de fibres et une pluralité de points de fixation, chaque fibre de la pluralité de fibres comportant au moins un point de fixation avec une autre fibre de la pluralité de fibres. La pluralité de fibres comporte une pluralité de première fibres disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction, la pluralité de points de fixation ayant une interface avec la première résine. Les premières fibres relient continument deux faces opposées selon la première direction. Le treillis forme au moins deux zones distinctes disposés successivement selon la première direction et présentant des propriétés mécaniques différentes en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction.

[0027] De manière avantageuse, le treillis forme trois zones disposées consécutivement selon la première direction.

[0028] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un élément prothétique dentaire qui est facile à mettre en œuvre et qui permet de former un élément prothétique mieux adapter aux différences de tenues mécaniques nécessaires entre l'ancrage radiculaire et la reconstruction coronaire.

[0029] On tend à résoudre ce problème au moyen d'un procédé de fabrication d'un élément prothétique dentaire comportant au moins les étapes suivantes:

- fournir une préforme usinable selon les configurations précédentes,
- fournir une empreinte d'une dent à réparer,
- graver la préforme usinable pour reproduire les dimensions de l'empreinte de la dent à réparer et définir au moins un ancrage radiculaire, et une reconstitution

coronaire, à partir respectivement d'une zone d'ancrage radiculaire et d'une zone de reconstitution coronaire.

[0030] L'invention a pour objet un procédé de réalisation d'une restauration corono-radiculaire qui est facile à mettre en œuvre et qui forme une restauration corono-radiculaire mécaniquement mieux adaptée à la paroi dentaire. Le procédé de réalisation d'une restauration corono-radiculaire comportant les étapes suivantes :

- fournir un élément prothétique selon la revendication précédente,
- installer l'élément prothétique dans un canal dentaire d'un modèle de laboratoire.

[0031] L'invention a encore pour objet une restauration corono-radiculaire qui est mieux adaptée à la paroi dentaire. On tend à résoudre ce problème au moyen d'une restauration corono-radiculaire d'un modèle de laboratoire, dans lequel l'élément prothétique comporte :

- un treillis tridimensionnel noyé dans une première résine à l'état polymérisé, le treillis tridimensionnel étant formé par une pluralité de fibres et une pluralité de points de fixation, chaque fibre de la pluralité de fibres comportant au moins un point de fixation avec une autre fibre de la pluralité de fibres, la pluralité de fibres comportant une pluralité de première fibres disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction, la pluralité de points de fixation (6) ayant un interface avec la première résine.

[0032] Les premières fibres relient continument deux faces opposées de l'élément prothétique depuis un ancrage radiculaire jusqu'à une reconstitution coronaire selon la première direction. Le treillis possède des propriétés mécaniques différente entre la zone radiculaire et la zone de reconstitution prothétique disposées successivement selon une première direction. Les propriétés mécaniques différentes sont en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction.

Description sommaire des dessins

[0033] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation et de mise en œuvre de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

[0034] [Fig.1] la [Fig.1] représente de manière schématique, une préforme selon l'invention ;

[0035] [Fig.2] la [Fig.2] représente de manière schématique, une forme d'élément prothétique à usiner dans une préforme selon l'invention ;

[0036] [Fig.3] la [Fig.3] représente de manière schématique un élément prothétique réalisé à partir d'une préforme selon l'invention ;

[0037] [Fig.4] la [Fig.4] illustre, de manière schématique, une reconstitution corono-radiculaire utilisant un élément prothétique selon l'invention ;

[0038] [Fig.5] la [Fig.5] illustre, de manière schématique, un autre mode de réalisation d'une préforme selon l'invention ;

[0039] [Fig.6] la [Fig.6] illustre, de manière schématique, encore un autre mode de réalisation d'une préforme selon l'invention ;

[0040] [Fig.7] la [Fig.7] illustre, de manière schématique, un élément usinable regroupant une pluralité de préformes selon l'invention ;

[0041] [Fig.8] la [Fig.8] illustre, de manière schématique, un élément usinable regroupant une pluralité de préformes selon l'invention dont les éléments constitutifs ont été mutualisés partiellement.

Description des modes de réalisation

[0042] La [Fig.1] représente une préforme 1 qui est une préforme usinable destinée à coopérer avec un dispositif d'usinage par fabrication assistée par ordinateur pour former un élément prothétique dentaire et préférentiellement un élément prothétique pour une restauration dentaire. La préforme 1 est un élément tridimensionnel qui possède une première face principale 2, une deuxième face principale 3 et au moins une face latérale 4 qui relie les première et deuxième faces principales opposées 2 et 3. La préforme 1 est destinée à être usinée de manière à définir un élément prothétique qui servira dans une restauration dentaire, par exemple une restauration dentaire d'un modèle de laboratoire.

[0043] La préforme 1 est un bloc composite qui comporte une première résine 5 qui est associée à des fibres. La préforme usinable 1 comporte un treillis tridimensionnel noyé dans une première résine 5 à l'état polymérisé. Le treillis tridimensionnel est formé par une pluralité de fibres et par une pluralité de points de fixation 6 entre les fibres. Un point de fixation 6 est un point de fixation entre au moins deux fibres ayant des orientations différentes de sorte que les au moins deux fibres soient montées fixes l'une par rapport à l'autre. Chaque fibre de la pluralité de fibres comporte au moins un point de fixation 6 avec une autre fibre de la pluralité de fibres. La première résine 5 possède un module de Young inférieur au module de Young du treillis selon la première direction Y et selon une direction perpendiculaire à la première direction Y.

[0044] La pluralité de fibres comporte une pluralité de premières fibres 7 qui sont disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction Y. La pluralité de points de fixation 6 possède une interface avec la première résine 5. La pluralité de points de fixation 6 assure la tenue mécanique du treillis en plus de la première résine 5. Les premières fibres 7 relient continument les deux faces opposées 2,3 de la préforme usinable 1 selon la première direction Y. Le treillis forme au moins deux zones distinctes disposés successivement selon la première direction Y. Les deux zones distinctes présentent des propriétés mécaniques différentes en réponse à une première

sollicitation perpendiculaire à la première direction Y. Après ajout de la première résine 5, la préforme usinable 1 comporte au moins deux zones distinctes préférentiellement trois ou au moins trois zones distinctes 8, 9 et 10 disposées successivement selon la première direction Y.

[0045] La préforme usinable 1 est formée par plusieurs jeux de fibres qui sont orientées dans des directions différentes. L'orientation d'une fibre est définie par son axe longitudinal, l'axe de sa plus grande dimension. La préforme usinable 1 est anisotrope. Elle possède des caractéristiques mécaniques différentes, par exemple un module de Young, selon la première direction Y et selon une direction perpendiculaire à la première direction Y. La préforme usinable 1 possède également des caractéristiques mécaniques différentes, par exemple un module de Young, à chacune de ses extrémités selon la première direction Y lorsque l'on exerce une sollicitation selon une direction perpendiculaire à la première direction Y.

[0046] Dans un mode de réalisation particulier, les premières fibres 7 peuvent être des fibres torsadées. Dans un mode de réalisation préférentiel, les premières fibres 7 présentent un diamètre maximal inférieur à 0,45mm et sont avantageusement des fibres unidirectionnelles. Les premières fibres 7 utilisées peuvent être des fibres de verre et par exemple des fibres E, R, S, AR et XRO. Il est également possible d'utiliser des fibres de silice. Des fibres céramiques, des fibres de bore, de carbure de silicium, des fibres de carbone sont également utilisables. De manière générale, les fibres peuvent être minérales, organiques et/ou naturelles et/ou métalliques. Il est encore possible d'utiliser des fibres hybrides par exemple des fibres Zr-Ti. Les premières fibres 7 peuvent être formées par des fibres en éthylène, en polyétheréthercétone (PEEK) ou en polyamide. De manière générale, les premières fibres 7 sont des fibres biocompatibles. Il peut aussi s'agir de fibres obtenues en procédé de fabrication additive par exemple des fibres hybrides métal-céramique ou métal-zircone, notamment des fibres titane-zirconium ou métal-matériau céramique.

[0047] La préforme usinable 1 n'a pas les mêmes propriétés mécaniques à ses deux extrémités ce qui permet de mieux adapter la préforme usinable 1 aux différences de contraintes qui existent dans le canal dentaire et dans la partie coronaire. La préforme usinable 1 étant inhomogène selon la première direction Y, elle possède une extrémité destinée à former une portion coronaire et une extrémité destinée à former un ancrage radiculaire.

[0048] Afin d'encore plus adapter la préforme usinable aux besoins d'un élément prothétique dentaire, par exemple une reconstitution corono-radiculaire, la préforme usinable 1 comporte trois ou au moins trois zones 8, 9 et 10 montées successivement selon la première direction Y. Les différentes zones se distinguent les unes des autres par des caractéristiques mécaniques différentes en réponse à une sollicitation perpen-

diculaire à la première direction Y. De manière préférentielle, les différences mécaniques correspondent à des écarts d'au moins 10% pour distinguer une différence mécanique choisie et un aléa de fabrication.

[0049] Les trois zones 8, 9 et 10 de la préforme 1 sont destinées à former respectivement, après usinage, un élément prothétique 14 qui possède un ancrage radiculaire 11, un boitier pulpaire 12 et une reconstruction coronaire 13 comme cela est illustré à la [Fig.4]. Le boitier pulpaire 12 sépare la reconstruction coronaire 13 et l'ancrage radiculaire 11. Avantageusement, le boitier pulpaire 12 présente une section supérieure à la section de l'ancrage radiculaire 11 et inférieure à la section de la reconstruction coronaire 13. L'ancrage radiculaire 11, le boitier pulpaire 12 et la reconstruction coronaire 13 possèdent des dimensions différentes perpendiculairement à la direction Y ainsi que des propriétés mécaniques différentes.

[0050] La préforme 1 possède une zone d'ancrage radiculaire 8 qui sera usinée pour former l'ancrage radiculaire 11, une zone de boitier pulpaire 9 qui sera usinée pour former le boitier pulpaire 12 et une zone de reconstruction coronaire 10 qui sera usinée pour former la reconstruction coronaire 13. L'ancrage radiculaire 11 est destiné à assurer la connexion mécanique entre l'élément prothétique 14 et la paroi dentinaire 15 à l'intérieur du canal dentaire 16 de la racine dentaire 17.

[0051] Pour faciliter l'utilisation de la préforme usinable 1 et notamment sa gravure pour former un élément prothétique 14, il est avantageux de marquer une extrémité de la préforme usinable 1 par exemple l'extrémité destinée à former la zone d'ancrage radiculaire 8. Au moins un repère 18 est préférentiellement réalisé dans une zone de la préforme 1 qui est destinée à être gravée, c'est-à-dire une zone sacrificielle lors de l'étape de gravure pour former l'élément prothétique 14. Il est avantageux que le ou les repères indiquent l'interface entre deux zones 8 à 10 ayant des performances mécaniques différentes.

[0052] Afin de fonctionnaliser les différentes zones 8 à 10 de la préforme usinable 1 pour s'adapter aux besoins spécifiques qui existent et qui sont différents d'une extrémité à l'autre de l'élément prothétique 14, les fibres qui forment le treillis sont agencées de manières différentes. L'organisation des fibres à une extrémité est différente de l'organisation à l'autre extrémité et il est même possible de définir plus de zones ayant des organisations différentes de fibres pour obtenir des caractéristiques mécaniques différentes. Les différentes zones 8 à 10 sont reliées mécaniquement au moins au moyen des premières fibres 7 pour assurer un bon transfert des efforts selon la première direction Y.

[0053] Pour former une préforme usinable 1 dont les caractéristiques mécaniques différent entre les deux extrémités tout en étant bien maitrisées, il est avantageux de fournir un treillis formé à partir de la pluralité de fibres.

[0054] Le treillis tridimensionnel est formé par une pluralité de fibres et par une pluralité de points de fixation 6. Chaque fibre de la pluralité de fibres comporte au moins un point de fixation 6 avec une autre fibre de la pluralité de fibres de sorte que le treillis conserve sa forme lorsqu'il est soumis à une première valeur de contraintes. Le treillis définit une structure poreuse. Les fibres du treillis sont fixées les unes aux autres avec au moins un point de fixation 6 par fibre et préférentiellement plusieurs points de fixation 6 par fibre. Il est avantageux que les premières fibres 7 ou au moins une partie des premières fibres 7 possèdent plusieurs points de fixation avec d'autres fibres. Au moyen de la pluralité de points de fixation, le treillis forme une structure rigide pour les étapes à venir du procédé de fabrication de la préforme.

[0055] De manière classique lorsqu'une préforme 1 est réalisée avec un ensemble de fibres formant par exemple un matériau tissé ou tricoté, l'introduction de la résine se traduit par une déformation de l'empilement des différentes couches de fibres de la préforme. Les nappes 20 de fibres se déforment, les fibres bougent à l'intérieur des nappes 20 qui possèdent volontairement une certaine laxité pour autoriser le passage de la résine. En conséquence, les structures formées initialement pour supporter des caractéristiques mécaniques se déforment et ne répondent plus au besoin initial.

[0056] Afin de surmonter cet inconvénient, le treillis est configuré pour conserver sa forme lorsqu'il est soumis à un premier jeu de contraintes. Le premier jeu de contraintes correspond au jeu de contraintes appliqué lors du remplissage de la structure poreuse formée par le treillis au moyen d'une première résine 5. Ainsi, lors du remplissage du treillis avec la première résine 5 qui applique la première contrainte au treillis, le treillis conserve sa forme et il conserve les caractéristiques techniques qui ont été définies initialement.

[0057] La première résine 5 est introduite dans le treillis de sorte que la première résine 5 remplit complètement les pores du treillis. La première résine 5 est polymérisée par la suite.

[0058] On obtient une préforme usinable 1 avec un treillis noyé dans la première résine 5 polymérisée. La préforme 1 est anisotrope dans ses caractéristiques entre une sollicitation selon la première direction Y et une sollicitation perpendiculairement à la première direction Y et il existe une différence de performance mécanique pour une sollicitation perpendiculairement à la première direction Y entre les deux extrémités opposées de la préforme.

[0059] Les points de fixation 6 entre les fibres peuvent être formés par tout moyen adapté, par exemple par soudure, par brasure, par un nœud entre fibres, par une deuxième résine. Il est éventuellement possible d'utiliser une fixation préalable des fibres par des points de fixation 6 dans le matériau formant la première résine 5. Ce matériau est polymérisé avant de noyer le treillis dans une étape postérieure. Il est également possible

d'utiliser une résine qui est différente de la première résine 5 et qui présente avantageusement un module de Young supérieur à celui de la première résine 5. La première résine 5 et la deuxième résine sont avantageusement des résines de la même famille pour faciliter la connexion mécanique entre la matrice en première résine 5 et les points de fixation en deuxième résine. La première résine 5 et la deuxième résine peuvent se différencier par leur teneur en charges qui modifie les propriétés mécaniques.

[0060] La première résine 5 peut être une résine unique ou un mélange de résines. La première résine 5 lie mécaniquement les fibres entre elles en plus des points de fixation. La première résine 5 peut être une résine thermodurcissable ou une résine thermoplastique. La première résine 5 peut être une résine composite hybride ou une résine composite nanohybride. Les résines composites hybrides et nano-hybrides possèdent des charges qui sont inférieures à 10 microns ou inférieures à 5 microns ou inférieures à 3 microns ou inférieures à 1 micron. La première résine 5 peut être une résine organique, minérale, végétale ou organique. La première résine 5 forme la matrice de la préforme 1. La matrice peut être dopée par des particules de taille micrométrique et/ou nanométrique afin de modifier ses performances mécaniques, sa couleur, sa réticulation et/ou d'autres propriétés physico-chimiques. La matrice peut également être dopée avec des fibres courtes ou des wiskers/trichites.

[0061] Pour la première résine 5, il est possible d'utiliser une ou des résines thermodurcissables choisies parmi PMMA, TEGDMA, BISGMA, BDMA, HDDMA, UDMA, les résines époxy et les résines polyester par exemple vinylester. Il est également possible d'utiliser des résines thermoplastiques choisies parmi PC, POM et PU.

[0062] Dans une configuration particulière, la préforme 1 est pleine. Il est également avantageux de prévoir que la préforme 1 soit uniquement formée par les fibres et la matrice en résine.

[0063] La pluralité de fibres comporte les premières fibres 7 et d'autres fibres pour former le treillis. La pluralité de fibres peut comporter des deuxièmes fibres 19 qui s'étendent au moins selon une direction perpendiculaire à la première direction Y pour former le treillis. Dans un mode de réalisation particulier, les deuxième fibres 19 sont liées entre elles afin de définir plusieurs nappes 20 de deuxièmes fibres 19. Les nappes 20 de deuxièmes fibres 19 définissent des plans perpendiculaires à la première direction Y. En alternative, il est possible de prévoir des nappes 20 de deuxième fibres 19 qui ne sont pas des plans perpendiculaires à la première direction Y. Les fibres 19 formant une nappe 20 sont préférentiellement fixées entre elles par des points de fixation 6. La nappe peut être un matériau tissé, ou non-tissé ou tricoté. Dans une alternative de réalisation, le treillis est dépourvu de nappe. Préférentiellement, chaque première fibre 7 est fixée à au moins une nappe 20 de la pluralité de nappes 20 par un point de fixation

6 de la pluralité de points de fixation 6.

[0064] Il est particulièrement avantageux d'installer les premières fibres 7 parallèlement en elles sur un support puis de fixer les nappes 20 sur les premières fibres 7. La nappe pré-assemblée est fixée sur les premières fibres 7. La nappe monolithique est fixée aux premières fibres par les points de fixation. Dans une alternative de réalisation, la nappe 20 peut être un élément monolithique obtenu par une méthode additive, de type imprimante tridimensionnelle ou soustractive par gravure d'un substrat. Dans une autre alternative de réalisation, la nappe 20 est tissée, tricotée ou une structure non-tissée.

[0065] La préforme peut également posséder des nappes 20 en tissu et des nappes 20 monolithiques. Différents types de points de fixation sont utilisables entre les nappes 20 et au sein d'une nappe.

[0066] Lorsque les deuxièmes fibres 19 sont strictement perpendiculaires à la première direction Y, la pluralité de fibres peut également comporter des troisièmes fibres 21 qui ont une orientation quelconque et qui servent à fixer les fibres entre elles pour former le treillis.

[0067] Dans un mode de réalisation particulier, le treillis est un élément monolithique exclusivement formé par une méthode additive, également connue sous la dénomination impression 3D, ou formé par une méthode soustractive en gravant un substrat pour définir les différentes orientations des fibres.

[0068] Dans un autre mode de réalisation, les premières fibres 7 sont disposées sur un support parallèlement les unes aux autres. Les autres fibres sont installées de manière à définir le treillis. Les fibres sont mises en place de manière tridimensionnelles par exemple à partir de bras d'un ou de plusieurs robots et la connexion physique entre les fibres est pérennisée au moyen des points de fixation. Par exemple, les fibres sont préimprégnées et la polymérisation est réalisée à la jonction des fibres pour former un point de fixation 6. La polymérisation peut être obtenue par un stimulus thermique ou électromagnétique. Il est également possible de réaliser un point de soudure ou de brasure à la jonction des fibres. Le support permet de fixer des premières fibres les unes par rapport aux autres durant l'étape de formation de la préforme. Après formation de la préforme, le support peut être éliminé sans que cela déforme la préforme. Les connexions entre les fibres permettent d'assurer le maintien de la forme du treillis lors de l'ajout de la résine pour former la préforme indépendamment de la présence ou de l'absence du support.

[0069] De cette manière de proche en proche, le treillis de fibres est monté en trois dimensions autour des premières fibres 7. Cette technique peut être combinée avec l'utilisation d'une ou de plusieurs nappes 20 afin de fixer la position des nappes 20 selon la première direction Y. En installant les fibres différemment entre le bas du treillis et le haut du treillis, il est possible de différencier les caractéristiques de la

préforme 1 sur la hauteur de la préforme 1, c'est-à-dire selon la première direction Y.

[0070] L'utilisation d'un procédé qui comporte successivement l'installation de la pluralité de premières fibres 7 sur un support puis la réalisation des autres fibres de la pluralité de fibres pour former le treillis est particulièrement avantageuse car un tel procédé est simple à mettre en œuvre et il est économique.

[0071] La structure en treillis possède un premier module de Young selon la première direction Y, un deuxième module de Young selon une deuxième direction perpendiculaire à la première direction Y et un troisième module de Young selon une troisième direction perpendiculaire à la première direction et à la deuxième direction. Les premières fibres 7 et les deuxièmes fibres 19 sont choisies et agencées préférentiellement pour que le premier module de Young soit différent des deuxième et troisième modules de Young et préférentiellement pour être supérieur aux deuxième et troisième modules de Young. De manière avantageuse, le premier module de Young possède une valeur inférieure à 35GPa pour ne pas trop solliciter la dentine ou tout autre organe à l'intérieur duquel la préforme est destinée à être insérée par exemple lors des phases de mastication.

[0072] La préforme 1 présente préférentiellement des performances mécaniques différentes selon que la préforme usinable 1 est sollicitée en son centre ou à sa périphérie suivant la première direction Y. Dans un plan de coupe perpendiculaire à la première direction Y, il est possible de diviser la préforme usinable 1 en une portion centrale 22 et une portion périphérique 24 ou en une portion centrale 22, une portion intermédiaire 23 et une portion périphérique 24. La portion centrale 22 est inscrite à l'intérieur de la portion intermédiaire 23, elle-même inscrite à l'intérieur de la portion périphérique 24. La portion intermédiaire 23 définit un anneau séparant la portion centrale 22 et la portion périphérique 24. La portion intermédiaire 23 peut avoir une forme interne quelconque et une forme externe quelconque, mais de préférence des formes circulaires. La portion centrale 22, la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique 24 s'étendent depuis la première face principale 2 jusqu'à la deuxième face principale 3.

[0073] La portion centrale 22, la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique 24 se distinguent les unes des autres par des caractéristiques mécaniques différentes vis-à-vis des sollicitations mécaniques selon la première direction Y. Il est possible de différencier la portion centrale 22, la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique 24 par des teneurs différentes en premières fibres 7. La teneur en premières fibres 7 est préférentiellement décroissante depuis la portion centrale 22 jusqu'à la portion périphérique 24. La portion périphérique peut éventuellement être dépourvue de première fibre 7.

[0074] La pluralité de fibres comporte des fibres qui relient mécaniquement la portion

centrale 22, la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique 24, préférentiellement des deuxièmes fibres 19.

[0075] Dans un mode de réalisation préférentiel, dans la portion centrale 22, les fibres sont majoritairement des premières fibres 7 et avantageusement des fibres unidirectionnelles. Dans la portion centrale, la teneur volumique en premières fibres est supérieure à la teneur volumique totale des autres fibres de la pluralité de fibres. La portion centrale agit principalement sur les caractéristiques mécaniques selon la première direction Y. Les premières fibres 7 représentent avantageusement moins de 50% du volume de la portion centrale 22 et plus préférentiellement au moins 80% du volume de la portion centrale. Dans la portion centrale 22, la teneur volumique en résine ou de résine et charges est au moins égale à 10% de préférence au moins égale à 20% et inférieure à 50%. De manière avantageuse, la portion centrale 22 possède une section ovale, circulaire ou sensiblement circulaire selon le plan de coupe perpendiculaire à la première direction Y.

[0076] Préférentiellement, la portion centrale 22 s'étend sur une distance au moins égale à 1mm dans toutes les directions perpendiculaires à la première direction Y. Il est également avantageux de prévoir que la portion centrale 22 s'étend sur une distance au maximum égale à 4mm dans toutes les directions perpendiculaires à la première direction. A titre d'exemple, la portion centrale 22 contient ou présente une section circulaire dont le diamètre est compris entre 1mm et 4mm, préférentiellement entre 1mm et 2mm.

[0077] Afin de faciliter l'usinage de la préforme 1, il est particulièrement avantageux de pouvoir identifier un axe spécifique de la préforme 1 qui représente la première direction Y. L'axe spécifique est avantageusement formé par une fibre de référence 25 orientée selon la première direction Y ou éventuellement décalée d'une valeur connue par rapport à la première direction Y. La fibre de référence 25 est avantageusement une fibre différente des premières fibres 7. La fibre de référence 25 est avantageusement une fibre colorée dont la couleur est différente des autres fibres et de la matrice au moins dans la portion centrale 22. Ainsi, en observant les deux faces opposées de la préforme 1, l'utilisateur est en mesure d'identifier la fibre de référence 25 et donc d'identifier la première direction Y entre les deux faces principales opposées 2 et 3. La fibre de référence 25 peut être fixée uniquement à des premières fibres 7 ou elle peut être fixée à d'autres fibres. Il est avantageux de placer la fibre de référence 25 au centre de la portion centrale 22. Cela permet d'identifier la position de la portion centrale 22 dans la préforme usinable 1. Il est alors plus aisé d'usiner la préforme usinable 1 pour former l'élément prothétique et d'avoir le maximum des premières fibres 7 qui s'étendent sur toute la hauteur de l'élément prothétique pour assurer un bon transfert des efforts entre l'ancrage radiculaire 11 et la reconstruction coronaire 13.

[0078] Il est également avantageux de prévoir que, dans la portion intermédiaire 23, les fibres reliant les deux faces 2 et 3 opposées sont majoritairement ou exclusivement des premières fibres 7 et plus préférentiellement des fibres unidirectionnelles. Les premières fibres 7 représentent avantageusement moins de 80% du volume de la portion intermédiaire 23, préférentiellement entre 50% et 80% du volume de la portion intermédiaire 23. La teneur volumique en résine ou en résine et dopants est au moins égale à 10% de préférence au moins égale à 20% et inférieure à 50%.

[0079] Lorsque la portion intermédiaire 23 est à section circulaire, il est avantageux de disposer la fibre de référence 25 au centre de la portion intermédiaire 23. Ainsi, l'utilisateur est en mesure d'identifier la première direction Y et le centre de la portion intermédiaire 23. L'utilisateur peut alors usiner la préforme 1 sans tenir compte des plans définis par les deux faces principales 2 et 3, de la face latérale 4 et éventuellement des aléas lors de la définition de la préforme 1, par exemple lorsque les deux faces principales ne sont pas parallèles et/ou sont abimées. L'utilisation de la fibre de référence 25 en association avec un repère 18 sur la face externe de la préforme pour délimiter au moins une des zones 8 à 10 selon la direction Y permet à un utilisateur de connaitre la répartition des fibres et donc l'orientation de la préforme 1 et la position de la portion centrale 22. Il est plus facile d'usiner la préforme 1 selon la forme de l'empreinte à reproduire et de placer les caractéristiques mécaniques de la portion centrale 22 dans une partie de l'élément prothétique 14 qui s'étend sur toute la hauteur de l'empreinte depuis l'ancrage radiculaire 11 jusqu'à la reconstruction coronaire 13.

[0080] Il est particulièrement avantageux que la teneur en fibres dans la portion intermédiaire 23 soit inférieure à la teneur en fibres dans la portion centrale 22. Il est également avantageux que la teneur en fibres dans la portion périphérique 24 soit inférieure à la teneur en fibres dans la portion intermédiaire 23. La teneur en fibres est calculée en divisant le volume occupé par les fibres par le volume total de la portion centrale 22, de la portion intermédiaire 23 ou de la portion périphérique 24 sur la hauteur de la préforme 1.

[0081] De manière avantageuse, la fibre de référence 25 est réalisée dans un matériau qui se grave plus facilement par rapport aux matériaux formant la matrice et par rapport aux matériaux formant les premières fibres 7, les deuxièmes fibres 19 et les troisièmes fibres 21. Il est alors plus facile d'intervenir sur un apex infecté en gravant la fibre de référence 25 avec un alésoir ou tout autre dispositif équivalent.

[0082] Avantageusement, Le pourcentage volumique en premières fibres 7 dans la portion périphérique 24 est inférieur au pourcentage volumique en premières fibres 7 dans la portion centrale 22 et dans la portion intermédiaire 23 d'au moins 20% volumique. Dans un mode de réalisation particulier, la proportion volumique de deuxièmes fibres

19 est supérieure à la proportion volumique en première fibres dans la portion périphérique 24 comme cela est illustré à la [Fig.6] et ce qui peut être obtenu dans le mode de réalisation de la [Fig.5].

[0083] Dans une configuration privilégiée, dans la portion périphérique 24, le pourcentage volumique en premières fibres 7 est décroissant en s'éloignant du centre de la portion centrale 22. La décroissance du pourcentage volumique peut être linéaire avec la distance depuis le centre ou la décroissance peut appliquer une autre règle. Il est également possible de prévoir un pourcentage volumique en premières fibres 7 qui est constant dans la portion intermédiaire 23 ou sensiblement constant dans la portion intermédiaire 23 en s'éloignant du centre de la portion centrale 22. Il peut en être de même dans la portion périphérique 24.

[0084] De manière préférentielle, dans la portion périphérique 24, la teneur volumique en premières fibres 7 est au moins égale à 10% et préférentiellement inférieure à 50%. Dans la portion périphérique 24, les premières fibres 7 sont avantageusement des fibres unidirectionnelles et elles représentent préférentiellement entre 10% et 50% du volume de la portion périphérique 24.

[0085] Comme illustré aux figures 1, 2, 5 et 6, afin de former une préforme usinable 1 qui est particulièrement bien adaptée à la réalisation d'un élément prothétique dentaire, il est particulièrement avantageux de prévoir que la préforme 1 possède au moins trois zones consécutives 8 à 10 ayant des propriétés mécaniques différentes selon la première direction Y ainsi que pour au moins la zone de reconstruction coronaire 10 et éventuellement pour la zone de boitier pulpaire 9 au moins trois portions 22 à 24 ayant des propriétés mécaniques différentes selon une direction perpendiculaire à la direction Y.

[0086] Il est avantageux d'avoir un ancrage radiculaire 11 qui est formé ou majoritairement formé ou exclusivement par la portion centrale 22. Préférentiellement le volume de l'ancrage radiculaire est majoritairement formé par un faisceau de premières fibres 7. Il est particulièrement avantageux de prévoir que l'ancrage radiculaire 11 soit dépourvu de la portion périphérique 24 et éventuellement dépourvue de la portion intermédiaire 23, c'est-à-dire uniquement formé par la portion centrale 22 ou une partie de la portion centrale 22.

[0087] Dans l'ancrage radiculaire 11, les autres fibres et préférentiellement les deuxièmes fibres 19 sont disposées de sorte que l'ancrage radiculaire 11 présente des performances mécaniques identiques dans les différentes directions perpendiculaires à la première direction Y ou sensiblement identiques. Par exemple, l'ancrage radiculaire 11 présente des caractéristiques mécaniques identiques ou sensiblement identiques radialement à partir de la fibre de référence 25 dans toutes les directions perpendiculaires à la première direction.

[0088] Les premières fibres 7 de l'ancrage radiculaire 11 sont disposées de manière à supporter des contraintes de traction selon la première direction Y. Préférentiellement, la proportion volumique en premières fibres 7 et en autres fibres est constante sur la hauteur de l'ancrage radiculaire 11. Il est avantageux de former la zone d'ancrage radiculaire avec des nappes 20 qui présentent des orientations différentes au moins dans la portion centrale 22 pour homogénéiser le comportement de l'ancrage radiculaire 11 radialement d'une première fibre 7 et de la fibre de référence 25.

[0089] Dans la zone d'ancrage radiculaire 8 de la préforme 1 et donc dans l'ancrage radiculaire 11, les premières fibres 7 sont majoritairement des fibres unidirectionnelles orientées selon une première direction Y afin de mieux supporter les contraintes en traction. Il est donc particulièrement avantageux de prévoir que la première direction Y sera la direction longitudinale de l'élément prothétique 14 ou sensiblement la direction longitudinale de l'élément prothétique 14 pour que les premières fibres 7 soient orientées selon la direction longitudinale, par exemple un tenon ou un inlay core. La première direction Y correspond à la direction principale d'insertion de l'élément prothétique 14.

[0090] Le boitier pulpaire 12 permet d'encastrer la reconstitution corono-radiculaire A dans la chambre pulpaire 17. Il a été observé que le boitier pulpaire 12 est soumis à un jeu de contraintes important sous la forme de contraintes de tractions périphériques perpendiculaires à la première direction Y. Les contraintes de tractions périphériques sont à l'origine d'une déformation accentuée et d'un délaminage du boitier pulpaire 12. Il est donc intéressant de former un boitier pulpaire 12 ayant des performances mécaniques différentes de l'ancrage radiculaire 11 pour réduire la probabilité de délaminage et ainsi éviter les fractures secondaires du tissu dentaire résiduel et la décohésion des éléments prothétiques.

[0091] Dans la zone de boitier pulpaire 9 destinée à former le boitier pulpaire 12, le pourcentage volumique en autres fibres est supérieur au pourcentage volumique en premières fibres 7. Les premières fibres 7 assurent la cohésion mécanique sur la hauteur du boitier pulpaire 12. Cette configuration permet d'améliorer la résistance de cette partie de la préforme 1 aux contraintes de tractions périphériques perpendiculaires à la première direction Y. Le boitier pulpaire 12 possède une portion centrale 22 et au moins une partie de la portion intermédiaire 23 voire toute la portion intermédiaire 23 et une partie de la portion périphérique.

[0092] Une proportion en autres fibres supérieure à la proportion en premières fibres 7 est avantageusement présente dans la portion périphérique 24, préférentiellement dans la portion intermédiaire 23.

[0093] Il est particulièrement avantageux d'utiliser une zone de boitier pulpaire 9 dont le volume de fibres contient jusqu'à 80% d'autres fibres et 20% de première fibres 7.

[0094] La reconstitution coronaire 12 est soumise, dans la zone de contact avec la margelle externe de la racine 17, à des contraintes en tractions multidirectionnelles et doit notamment supporter les contraintes périphériques les plus fortes. Dans la zone de reconstruction coronaire 10 destinée à former la reconstitution coronaire 13, le pourcentage volumique en autres fibres, par exemple en deuxièmes fibres 19, est supérieur au pourcentage volumique en premières fibres 7. La reconstitution coronaire 13 comprend la portion centrale 22, la portion intermédiaire 23 et une partie de la portion périphérique 24.

[0095] Il est avantageux que la portion centrale 22 soit configurée pour s'adapter aux contraintes mécaniques de l'ancrage radiculaire 11, que la portion intermédiaire 23 soit adaptée aux contraintes mécaniques du boitier pulpaire 12 et que la portion périphérique 24 soit adaptée aux contraintes mécaniques de la reconstitution coronaire 13.

[0096] Le rapport des pourcentages volumiques entre fibres reliant les deux faces opposées 2 et 3 et les autres fibres, par exemple les deuxièmes fibres est différent entre la reconstitution coronaire 13, le boitier pulpaire 12 et l'ancrage radiculaire 11 afin de fournir des propriétés mécaniques différentes et adapter les performances de la préforme aux contraintes à supporter.

[0097] De manière préférentielle, la portion centrale 22 est formée majoritairement, en volume, de premières fibres 7 s'étendant selon la première direction Y. La portion centrale 22 comporte préférentiellement entre 75% et 85% volumique de fibres et entre 15% et 25% volumique de résine. De préférence, La portion centrale 22 comporte 80% volumique de fibres et 20% volumique de résine.

[0098] Il est également avantageux de prévoir que la proportion volumique en nappes 20 dans la portion intermédiaire 23 et dans la portion périphérique 24 est préférentiellement supérieure à la proportion volumique dans la portion centrale 22. Préférentiellement supérieure d'au moins 10% volumique, encore plus préférentiellement au moins 30% volumique, voire égale à 50%, mais de préférence pas plus que 70% volumique.

[0099] Il est possible de prévoir des nappes 20 uniformes d'une extrémité à l'autre de la préforme 1, par exemple des nappes 20 tissées, tressés ou tricotées. La différenciation des caractéristiques mécaniques pour les trois zones successives de la première direction Y s'effectue en modifiant les matériaux employés, l'orientation des nappes 20 les unes par rapport aux autres, l'armature des nappes 20 et/ou la distance entre les nappes 20. Il est également possible de différencier les performances mécaniques entre la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique au moyen des troisièmes fibres 21. Les fibres dans la nappe 20 peuvent être liées entre elles sous la forme d'un tissu, d'un tricot ou d'une tresse. Les nappes 20 sont superposées selon la première direction Y.

[0100] En alternative, les nappes 20 ne sont pas uniformes et elles présentent des différences entre leur partie centrale et leur partie périphérique, par exemple la portion centrale de la nappe correspondant de la portion centrale 22 est identique pour toutes les nappes 20 afin d'imposer la position des premières fibres 7. La portion centrale forme des ouvertures d'une première taille. Autour de la portion centrale, l'organisation des fibres diffère entre l'ancrage radiculaire 11 et la reconstitution coronaire 13 et préférentiellement entre l'ancrage radiculaire 11, le boitier pulpaire 12 et la reconstitution coronaire 13. La différenciation dans la taille des ouvertures hors de la portion centrale entre deux nappes 20 consécutives permet de modifier les performances mécaniques entre l'ancrage radiculaire 11, le boitier pulpaire 12 et la reconstitution coronaire 13.

[0101] Comme indiqué plus haut, la préforme 1 définit au moins trois zones ayant des performances mécaniques différentes et, successives selon la première direction Y. La différenciation des performances mécaniques peut être obtenue en différenciant les caractéristiques des nappes 20. La différenciation des caractéristiques mécaniques peut être obtenue en différenciant au moins un des paramètres suivants :

[0102] - la distance entre deux nappes 20 successives selon la première direction,

[0103] - la proportion volumique en nappes 20 au moins dans la portion centrale 22,

[0104] - la proportion volumique en nappes 20 au moins dans la portion intermédiaire 23,

[0105] - la proportion volumique en nappes 20 au moins dans la portion périphérique 24,

[0106] - les performances mécaniques intrinsèques des nappes 20,

[0107] - l'orientation des nappes 20 les unes par rapport aux autres par rapport à une direction de référence perpendiculaire à la première direction Y,

[0108] - les liaisons mécaniques ou les soudures installées entre les fibres 19 et les première fibres 7.

[0109] Les différentes nappes 20 définissant les zones de la préforme 1 peuvent être identiques ou différentes. Il est particulièrement avantageux d'utiliser des nappes 20 différentes, c'est-à-dire présentant de performances mécaniques différentes afin de pouvoir différencier plus facilement les performances mécaniques de la préforme 1 selon des directions perpendiculaires à la première direction Y.

[0110] Les différentes nappes 20 sont séparées par une zone en résine 5. La distance de séparation entre les nappes 20 peut être différente entre deux nappes 20 successives. Par distances différentes, on entend au moins deux distances différentes d'une valeur d'au moins 10%, préférentiellement au moins 20%. La différence de distance est un choix de fabrication et non un aléa de production. De manière préférentielle, deux nappes 20 consécutives selon la première direction Y sont séparées par une couche de résine 5 dont l'épaisseur est avantageusement au moins égale à l'épaisseur des nappes 20.

[0111] Pour définir les différentes zones de la préforme 1, les nappes 20 peuvent être divisées en des groupes de nappes 20 ayant des performances mécaniques différentes.

Les différences de performance mécanique peuvent provenir d'un tramage différent entre les groupes de nappes 20 et/ou par l'utilisation de matériaux différents et/ou par une répartition différente des fibres dans les nappes 20 dans chaque groupe.

[0112] Dans un autre mode de réalisation de la préforme non illustré, la préforme 1 présente une section croissante d'une extrémité à l'autre, préférentiellement continument croissante. De manière avantageuse, l'évolution de la section de la préforme 1 s'effectue par pallier. Chaque palier correspond à une zone selon la première direction Y ayant des caractéristiques prédéfinies pour facilement délimiter chaque zone. La section la plus étroite correspond à l'ancrage radiculaire. L'ancrage radiculaire peut ne comporter que la portion centrale 22. La portion centrale 22 s'étend d'une extrémité à l'autre de la préforme 1 selon la première direction Y. La portion intermédiaire 23 peut s'étendre d'une extrémité à l'autre de la préforme selon la première direction Y. La portion intermédiaire est préférentiellement présente dans la zone de boitier pulpaire 9 et la zone de reconstruction coronaire 10. Ce mode de réalisation est plus compliqué à réaliser ou correspond à une étape préalable d'usinage pour montrer les dispositions des différentes zones dans la préforme 1.

[0113] Dans un mode de réalisation particulier illustré à la [Fig.5], une portion centrale 22 est séparée de la portion intermédiaire 23 par une première gaine 26 formée par une ou plusieurs fibres qui font continument le tour de la portion centrale 22, par exemple une nappe 20. La gaine peut être limitée à l'une des multiples zones 8 à 10 selon la première direction Y. Il est avantageux que la première gaine 26 s'étende sur toute la hauteur de la préforme 1.

[0114] Une deuxième gaine 27 peut être utilisée pour séparer la portion intermédiaire 23 et la portion périphérique 24. La deuxième gaine 27 s'étend avantageusement sur toute la hauteur d'une des zones 8 à 10, préférentiellement la zone de boitier pulpaire 9 et/ou la zone de reconstruction coronaire 10. Il est avantageux que la deuxième gaine 27 soit absente de la zone d'ancrage radiculaire 8. Il est encore possible de prévoir une troisième gaine 28 qui se situe à la périphérie de la portion périphérique 24.

[0115] Dans un mode de réalisation particulier, plusieurs gaines additionnelles sont disposées dans la portion intermédiaire 23 et/ou dans la portion périphérique 24 pour former le treillis.

[0116] Chaque gaine est séparée de la gaine adjacente par des premières fibres 7 et par de la première résine 5. Les gaines présentent avantageusement une section circulaire ou sensiblement circulaire selon un plan de coupe perpendiculaire à la première direction Y. Les gaines peuvent être tissées ou tricotées. Selon les configurations recherchées, une même préforme peut ne comporter que des gaines tissées, que des gaines tricotées ou un mélange de gaines tissées et de gaines tricotées.

[0117] Les premières fibres 7 disposées entre les gaines se présentent avantageusement sous

la forme d'une couronne. En d'autres termes, il est avantageux de répartir uniformément les fibres entre les deux gaines. Les fibres peuvent être disposées sous la forme de fibres unitaires séparées les unes des autres par de la résine ou sous la forme d'un assemblage de fibres, par exemple des joncs fibre-résine. Les fibres peuvent présenter un diamètre compris entre 1mm et 0,5mm.

[0118] Entre deux gaines consécutives, le pourcentage volumique de fibres est avantageusement inférieur à 80% et préférentiellement supérieur à 30%. La résine formant la préforme peut être déposée par injection, infiltration, infusion ou tout autre procédé permettant l'obtention d'un laminé préférentiellement dépourvu en bulles et manques de résine.

[0119] Dans un autre mode de réalisation de la préforme qui est illustré à la [Fig.6], la portion centrale 22 s'étend d'une extrémité à l'autre de la préforme selon la première direction Y. On enroule autour de la portion centrale 22 plusieurs couches différentes de fibres 19, 21. Les multiples couches de différentes fibres se distinguent les unes des autres dans leurs performances mécaniques. Elles se distinguent également dans leur enroulement afin de pouvoir définir une portion intermédiaire 23 et une portion périphérique 24. Elles se distinguent encore dans leur étendue selon la première direction Y afin de pouvoir distinguer l'ancrage radiculaire 11, le boitier pulpaire 12 et la reconstitution coronaire 12. Dans le mode de réalisation illustré, il existe au moins une fibre 19,21 qui s'étend selon une forme qui ressemble à une spirale pour connecter plusieurs premières fibres et former au moins une partie du treillis.

[0120] Il est particulièrement avantageux, lors de l'étape d'enroulement, d'installer une ou plusieurs fibres s'étendant selon la première direction Y. Les fibres peuvent être des fibres préimprégnées non polymérisées ou partiellement polymérisées.

[0121] Les fibres sont préférentiellement des fibres unidirectionnelles, des rubans, des gaines simples tissées, des gaines simples tricotées. Il est également possible d'utiliser des gaines hybrides avec une âme formée par une fibre unidirectionnelle.

[0122] La première résine 5 de la préforme 1 est polymérisée avant l'étape d'usinage.

[0123] En plus de la fibre de référence 25, la préforme 1 possède avantageusement un ou plusieurs repères 18 qui sont disposés sur la au moins une paroi latérale 4. Le ou les repères 18 sont disposés de manière à identifier la séparation entre les différentes zones 8 à 10 disposées successivement selon la première direction Y.

[0124] La préforme 1 est réalisée en formant initialement la structure en treillis à partir des première et deuxièmes fibres puis la première résine 5 est introduite pour remplir les trous. La préforme 1 est destinée à être usinée afin de former un élément prothétique 14.

[0125] Si nécessaire, la préforme 1 est gravée de manière à définir la hauteur de l'élément prothétique 14, c'est-à-dire la dimension selon la première direction Y. La préforme 1

est gravée de manière à définir les dimensions de l'élément prothétique perpendiculairement à la première direction Y et avantageusement selon la première direction Y. La préforme est gravée à partir d'une empreinte représentant l'élément prothétique 14 à former.

[0126] La préforme possède avantageusement une hauteur supérieure à la hauteur de l'empreinte. Il est alors intéressant de graver une plus grande ou une moins grande hauteur de l'ancrage radiculaire par rapport à la gravure de la zone coronaire afin de faciliter l'adaptation de la forme de l'élément prothétique 14 à celle de l'empreinte.

[0127] Dans un mode de réalisation particulier, la préforme 1 est formée à partir de l'empreinte de la dent à réparer. La dent est identifiée et l'empreinte est prise de manière à estimer les dimensions et les jeux de contraintes à supporter dans chacune des parties de l'élément prothétique 14 destiné à remplacer la dent. Le treillis est fabriqué de manière à répondre à ses multiples jeux de contraintes qui se répartissent sur la hauteur de l'élément prothétique 14 ainsi qu'entre sa portion centrale 22 et sa portion périphérique 24. Une fois le treillis fabriqué, la première résine 5 est ajoutée dans un moule pour former la préforme usinable. La préforme est ensuite usinée selon l'empreinte de la dent à réparer pour que la forme extérieure de la préforme s'adapte à celle de l'empreinte. La préforme 1 peut avoir une forme quelconque. La préforme 1 peut avoir une section circulaire, carrée ou rectangulaire.

[0128] Dans un autre mode de réalisation d'un élément prothétique 14 dentaire, la préforme 1 est réalisée de manière standardisée. La forme de la préforme 1 est choisie de manière à être compatible avec l'équipement d'usinage. Les dimensions de la zone d'ancrage radiculaire 8, les dimensions de la zone de boitier pulpaire 9 et les dimensions de la zone de reconstruction coronaire 10 sont définies indépendamment de l'empreinte associée et de l'élément prothétique 14 à réaliser sur la base d'informations représentant de manière générique des dents à réparer. Les treillis sont réalisés pour représenter des configurations standards de dents. Les préformes peuvent distinguer le type de dent, par exemple, une molaire, une pré-molaire et une canine ce qui induit des différences de caractéristiques mécaniques dans les treillis.

[0129] Il est avantageux de prévoir que différents modèles de préforme se distinguent les uns des autres par des différences dans les dimensions de la partie coronaire perpendiculairement à la première direction Y. Il est également avantageux de prévoir des modèles différents de préforme 1 qui se distinguent les uns des autres par des différences dans les dimensions de la partie radiculaire 8 perpendiculairement à la première direction Y. En modulant les dimensions des zones d'ancrage radiculaires 8 et de reconstruction coronaire 10, il est possible d'adapter au mieux les caractéristiques de la préforme 1 à celles de la reconstitution. Les dimensions des treillis perpendiculairement à la première direction Y sont adaptées en conséquence.

[0130] La préforme 1 est usinée afin de définir la forme de l'ancrage radiculaire 11 et définir la forme de la reconstruction coronaire 13. Cet usinage permet de définir les dimensions de l'élément prothétique afin d'autoriser son insertion avec l'empreinte d'un modèle de laboratoire.

[0131] La prise d'empreinte est réalisée, préférentiellement par des moyens optiques et informatiques, par exemple avec une caméra de prise d'empreinte, afin de déterminer la forme de l'élément prothétique à réaliser. Une fois la prise d'empreinte effectuée, les dimensions latérales de l'élément prothétique sont calculées et la préforme peut être usinée. Les dimensions latérales de l'élément prothétique peuvent être calculées au moyen d'un calculateur, par exemple avec des instructions stockées dans une mémoire.

[0132] Les caractéristiques mécaniques de la préforme étant différentes le long de la première direction et perpendiculairement à la première direction, les positions de la portion centrale 22, de la zone d'ancrage radiculaire 8, de la zone de boitier pulpaire 9 et de la zone de reconstruction coronaire 10 sont déterminées dans la préforme avant de réaliser l'usinage indépendamment de la distance séparant les deux faces opposées 2 et 3 et de l'orientation de ces deux faces.

[0133] On fournit initialement une empreinte d'une dent à réparer. Cette empreinte est scannée dans un scanner de laboratoire. En alternative, on fournit une empreinte calculée depuis des données d'un système de conception assisté par ordinateur. Ensuite, à partir des données représentatives de l'empreinte, on réalise une étape de calcul des dimensions d'un ancrage radiculaire 11, d'un boitier pulpaire 12 et d'une reconstitution coronaire 13 dans les trois dimensions. Préférentiellement, on fournit une image tridimensionnelle numérisée de la future reconstitution.

[0134] Dans un mode de réalisation particulier, la zone d'ancrage radiculaire 8, la zone de boitier pulpaire 9 et la zone de reconstitution coronaire 11 sont alignées consécutivement selon la première direction Y sur la préforme 1. Les trois zones sont alignées de manière à faire coïncider des repères prédéfinis sur l'image numérisée dans les trois dimensions de la préforme 1.

[0135] L'alignement des trois zones peut être effectué en alignant les axes de la préforme 1 avec les axes de l'image représentative de la future reconstitution. Par la suite, il est avantageux d'aligner une zone de référence de l'image représentative de la reconstitution, par exemple la zone de boitier pulpaire, pour la faire coïncider avec la zone équivalente à partir du ou des repères 18 de la préforme usinable.

[0136] Dans un mode de réalisation préférentiel, la position de la portion centrale 22 de la partie radiculaire 11 à l'intérieur de la zone d'ancrage radiculaire 8 est calculée en premier. Une fois la portion centrale 22 de la partie radiculaire 11 placée dans la préforme, les positions des autres parties de la reconstitution sont calculées.

[0137] Lors de la réalisation de la préforme 1, dans une étape de calcul, un calculateur

définit et aligne avantageusement un ou plusieurs repères qui seront utilisés par l'équipement d'usinage pour réaliser l'ancrage radiculaire 11 dans la zone d'ancrage radiculaire 8, ainsi que la forme du boitier pulpaire 12 et de la reconstruction coronaire 13 dans leurs zones respectives de la préforme 1.

[0138] Une étape de prise d'empreinte a été réalisée et les informations recueillies et/ou calculées sont utilisées pour réaliser l'usinage de la préforme 1. A partir de l'empreinte, le spécialiste définit l'orientation de la première direction Y ainsi que la hauteur des différentes zones.

[0139] Le repère 18 de la préforme 1 est préférentiellement utilisé afin de déterminer la position et l'étendue de la zone de boitier pulpaire. Au moyen du repère 18 et de la fibre de référence 25 de la préforme 1, il est possible de définir la position de l'image tridimensionnelle de la reconstitution dans la préforme indépendamment de l'orientation des faces externes de la préforme qui seront usinées. Un ensemble de données d'usinage est fourni à l'équipement d'usinage pour graver l'élément prothétique dans la préforme 1. L'ordre d'usinage des différentes parties de la reconstitution peut varier selon les équipements et les besoins.

[0140] L'usinage de la préforme 1 peut être utilisé pour former un inlay core, un tenon dentaire ou un pilier d'implant. Après usinage au moins une partie des fibres longues unidirectionnelles de la portion centrale 22 s'étendent d'une extrémité à l'autre de l'élément prothétique qui a été formé par usinage.

[0141] Les étapes de calcul peuvent être réalisées par un calculateur, par exemple un ordinateur.

[0142] Comme illustré à la [Fig.4], une fois l'élément prothétique formé par usinage, il peut être introduit dans le canal dentaire comme cela est illustré à la [Fig.4]. La reconstruction coronaire vient en appui sur la paroi dentaire au-dessus du boitier pulpaire ce qui permet de réaliser par exemple un inlay core. La reconstruction corono-radiculaire peut être dépourvue de couronne.

[0143] Avantageusement, la fibre de référence 25 est réalisée dans un matériau qui peut être gravé préférentiellement par rapport au matériau de la matrice et aux autres premières fibres 7. Dans une reconstitution corono-radiculaire terminée, il est possible, plus tard, de graver préférentiellement la reconstitution corono-radiculaire A de manière à accéder à un apex infecté. La gravure préférentielle peut se faire au moyen d'un alésoir en utilisant un matériau possédant une dureté inférieure à la dureté des autres premières fibres 7 et de la résine. Cette configuration n'existe pas dans les éléments prothétiques réalisés au moyen de préformes usinables.

[0144] L'usinage de la préforme pour former une reconstitution corono-radiculaire permet de former une reconstitution dont la forme tridimensionnelle est définie à partir de l'empreinte de la dent à réparer et/ou à partir d'une empreinte calculée de la dent à

remplacer. La forme tridimensionnelle de la reconstitution est spécifique pour s'adapter le mieux possible à la paroi dentinaire.

[0145] L'usinage définit la forme de la dent et donc les dimensions par rapport à la fibre de référence 25 perpendiculairement à la première direction Y. L'usinage définit également la hauteur de l'élément prothétique 14 selon la première direction Y ainsi que la hauteur de l'ancrage radiculaire 11 et de la reconstitution coronaire 13 en retirant une partie des deux extrémités opposées de la préforme 1. En utilisant des préformes plus hautes que les reconstitutions classiques, une même préforme peut être adaptée à un grand nombre de configurations de réparation.

[0146] En utilisant le repère 18 présent sur la préforme 1 et en indiquant les caractéristiques de la préforme 1, notamment la position de l'interface entre le boitier pulpaire et l'ancrage radiculaire et la position de l'interface entre le boitier pulpaire et la reconstitution coronaire, l'équipement d'usinage est en mesure d'usiner la préforme pour définir sa hauteur ainsi que la hauteur de l'ancrage radiculaire et la hauteur de la reconstitution coronaire.

[0147] Les [Fig.7] et 8 illustrent un élément usinable qui comporte plusieurs préformes usinables décrites précédemment. Le procédé de fabrication permet de réaliser une seule préforme mais il permet également de réaliser plusieurs préformes. Selon les cas, les préformes sont identiques ou différentes.

[0148] Les multiples préformes usinables sont formées ensemble de sorte que l'élément usinable forme un élément monolithique qui contient les multiples préformes. Les différents treillis peuvent être formés simultanément ou successivement. Une seule étape d'ajout de la première résine 5 est préférentiellement effectuée. Les multiples préformes sont connectées mécaniquement les unes autre autres par la première résine 5 de manière à former un élément monobloc qui facilite la manutention et évite d'abimer les bords de préforme. Dans un mode de réalisation particulier, les préformes sont connectées mécaniquement par une ou plusieurs fibres à l'exception des premières fibres.

[0149] Les préformes usinables sont singularisées les unes des autres par une étape de gravure de l'élément usinable. Préférentiellement, le dispositif de gravure détecte la présence d'une fibre de référence 25 représentant le centre de la préforme 1 et il grave l'élément usinable pour isoler la préforme usinable.

[0150] Lorsque les préformes sont formées par fixation des premières fibres sur un support avant l'installation des autres fibres formant le treillis, le support est préférentiellement retiré de la préforme avant de réaliser l'usinage. Quand plusieurs préformes sont réalisées sur un même support, le support est préférentiellement désolidarisé du système usinable avant singularisation des multiples préformes usinable par découpe du système usinable.

[0151] Il est avantageux que les première fibres 7 utilisées dans la portion centrale 22 soient plus minces que les première fibres 7 utilisées dans la portion intermédiaire 23, elles-mêmes plus minces que les première fibres 7 utilisées dans la portion périphérique 24.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de fabrication d'au moins une préforme (1) usinable pour élément prothétique (14) comprenant les étapes suivantes :
- fournir un treillis tridimensionnel formé par une pluralité de fibres (7, 19, 21) et une pluralité de points de fixation (6), chaque fibre de la pluralité de fibres (7, 19, 21) comportant au moins un point de fixation (6) avec une autre fibre de la pluralité de fibres (7, 19, 21) de sorte que le treillis conserve sa forme lorsqu'il est soumis à une première valeur de contraintes, le treillis définissant une structure poreuse, la pluralité de fibres (7, 19, 21) comportant une pluralité de première fibres (7) disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction (Y),
- remplir le treillis avec une première résine (5), la première résine (5) appliquant la première contrainte au treillis,
- polymériser la première résine (5),
le treillis formant au moins deux zones distinctes (8, 9, 10) disposées successivement selon la première direction (Y) et présentant des propriétés mécaniques différentes en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction (Y).

[Revendication 2] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon la revendication 1 dans lequel la pluralité de points de fixation (6) est formée par une soudure entre deux fibres, une brasure entre deux fibres, un nœud entre deux fibres, une fixation entre deux fibres au moyen d'une deuxième résine à l'état polymérisé.

[Revendication 3] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une des revendications 1 et 2 comportant successivement l'installation de la pluralité de premières fibres (7) sur un support, les premières fibres (7) étant parallèles entre elles et la réalisation des autres fibres de la pluralité de fibres (7 ,19, 21) pour former le treillis.

[Revendication 4] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon la revendication 1 dans lequel le treillis est formé par une seule pièce au moyen d'un procédé de fabrication additive ou par un procédé de fabrication soustractive.

[Revendication 5] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la pluralité de fibres (7, 19, 21) comporte une fibre de référence (25) ayant une couleur différente des premières fibres (7) et de la première résine (5), la fibre

de référence (25) étant parallèle aux premières fibres (7).

[Revendication 6] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le treillis forme au moins une portion centrale (22), une portion intermédiaire (23) et une portion périphérique (24), la portion intermédiaire (23) entourant la portion centrale (22) et séparant la portion centrale (22) et la portion périphérique (24), la teneur volumique en premières fibres (7) dans la portion centrale (22) étant supérieure à la teneur volumique en premières fibres (7) dans la portion intermédiaire (23), elle-même supérieure à la teneur volumique en premières fibres (7) dans la portion périphérique (24).

[Revendication 7] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon la revendication précédente dans lequel, dans la portion centrale (22), la teneur volumique en premières fibres (7) est supérieure à la teneur volumique totale des autres fibres de la pluralité de fibres (7, 19, 21).

[Revendication 8] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les premières fibres (7) s'étendent continument depuis une première face jusqu'à une deuxième face opposée, la première face et la deuxième face étant opposées selon la première direction (Y).

[Revendication 9] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle la première résine (5) possède un module de Young inférieur au module de Young du treillis selon la première direction (Y) et selon une direction perpendiculaire à la première direction.

[Revendication 10] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes comportant en outre former au moins un repère (18) sur la au moins une face latérale (4) de la préforme usinable (1) à l'interface entre deux zones distinctes (8, 9, 10) des au moins deux zones distinctes (8, 9, 10).

[Revendication 11] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la pluralité de fibres (7, 19, 21) comporte des deuxièmes fibres (19) s'étendant perpendiculairement à la première direction (Y) sous la forme d'une pluralité de nappes (20) de deuxièmes fibres (19).

[Revendication 12] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon la revendication 11 dans lequel chaque première fibre (7) est fixée à au moins une nappe (20) de la pluralité de nappes (20) par un point de

fixation (6) de la pluralité de points de fixation (6).

[Revendication 13] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une des revendications 11 et 12 dans laquelle les au moins deux zones distinctes (8, 9 10) sont trois zones disposées consécutivement selon la première direction (Y) et dans lequel les trois zones (8, 9, 10) se distinguent les unes des autre par au moins l'un des paramètres suivants :
- le pourcentage volumique en deuxièmes fibres (19),
- la distance entre deux nappes (20) de deuxièmes fibres (9) successives,
- l'armature des nappes (20) de deuxièmes fibres (9) lorsque les nappes (20) sont tissées,
- la composition chimiques des deuxièmes fibres (19) formant les nappes (20) de deuxièmes fibres (19),
- l'orientation des fibres de chaine et de trame lorsque les nappes (20) de deuxièmes fibres (19) sont des nappes (20) tissées.

[Revendication 14] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes comportant au moins les étapes suivantes :
- fournir une empreinte d'une dent à réparer,
- calculer les dimensions de trois zones (8, 9, 10) disposées successivement selon la première direction (Y) et représentatives d'un ancrage radiculaire (11), d'un boitier pulpaire (12) et d'une reconstitution coronaire (13),
- définir les dimensions de la portion centrale (22) perpendiculairement à la première direction (Y), les dimensions de la portion centrale (22) étant choisies supérieures aux dimensions de la zone d'ancrage radiculaire (10) perpendiculairement à la première direction (Y),
- définir les dimensions des nappes (20) de deuxième fibres (19) de manière à s'étendre au-delà des dimensions de la zone d'ancrage radiculaire (8), de la zone de boitier pulpaire (9) et de la zone de reconstitution coronaire (10) perpendiculairement à la première direction (Y) et définir les configurations des nappes (20) de fibres (19) le long de la première direction (Y) pour définir les au moins trois zones (8, 9, 10),
- former le treillis tridimensionnel.

[Revendication 15] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes comportant la fabrication d'une pluralité de préformes usinables (1) connectées rigidement entre elles sous la forme d'un support, les préformes (1) de la pluralité de préformes usinables (1) étant connectées mécaniquement entre elles au

moins par la première résine (5) polymérisée.

[Revendication 16] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon la revendication précédente dans lequel les préformes (1) de la pluralité de préformes usinables (1) sont connectées mécaniquement entre elles par des fibres de la pluralité de fibres (19, 21) à l'exception des premières fibres (7).

[Revendication 17] Procédé de fabrication d'au moins une préforme usinable (1) selon les revendications 15 ou 16 comportant une étape de singularisation de chacune des préformes usinables (1) par gravure du support.

[Revendication 18] Préforme usinable (1) comportant un treillis tridimensionnel noyé dans une première résine (5) à l'état polymérisé, le treillis tridimensionnel étant formé par une pluralité de fibres (7, 19, 21) et une pluralité de points de fixation (6), chaque fibre de la pluralité de fibres (7, 19,21) comportant au moins un point de fixation (6) avec une autre fibre de la pluralité de fibres (7, 19, 21), la pluralité de fibres (7, 19, 21) comportant une pluralité de première fibres (7) disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction (Y), la pluralité de points de fixation (6) ayant un interface avec la première résine (5), dans laquelle les premières fibres (7) relient continument deux faces opposées (2, 3) selon la première direction (Y), et
dans laquelle le treillis forme au moins deux zones (8, 9, 10) distinctes disposés successivement selon la première direction (Y) et présentant des propriétés mécaniques différentes en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction (Y).

[Revendication 19] Préforme usinable (1) selon la revendication précédente dans laquelle le treillis forme trois zones (8, 9 10) disposées consécutivement selon la première direction (Y).

[Revendication 20] Procédé de fabrication d'un élément prothétique (14) comportant au moins les étapes suivantes :
- fournir une préforme usinable (1) selon les revendications 18 et 19,
- fournir une empreinte d'une dent à réparer,
- graver la préforme usinable (1) pour reproduire les dimensions de l'empreinte de la dent à réparer et définir au moins un ancrage radiculaire (10), et une reconstitution coronaire (12), à partir respectivement d'une zone d'ancrage radiculaire (8) et d'une zone de reconstitution coronaire (10).

[Revendication 21] Procédé de réalisation d'une restauration corono-radiculaire comportant les étapes suivantes :

- fournir un élément prothétique obtenu au moyen d'un procédé de fabrication selon la revendication précédente,
- installer l'élément prothétique dans un canal dentaire d'un modèle de laboratoire.

[Revendication 22] Restauration corono-radiculaire d'un modèle de laboratoire, dans lequel l'élément prothétique comporte :
- un treillis tridimensionnel noyé dans une première résine (5) à l'état polymérisé, le treillis tridimensionnel étant formé par une pluralité de fibres (7, 19, 21) et une pluralité de points de fixation (6), chaque fibre de la pluralité de fibres (7, 19, 21) comportant au moins un point de fixation (6) avec une autre fibre de la pluralité de fibres (7, 19, 21), la pluralité de fibres (7, 19, 21) comportant une pluralité de première fibres (7) disposées parallèles entre elles et orientées selon une première direction (Y), la pluralité de points de fixation (6) ayant un interface avec la première résine (7),
dans laquelle les premières fibres (7) relient continument deux faces opposées (2, 3) de l'élément prothétique (14) depuis un ancrage radiculaire(11) jusqu'à une reconstitution coronaire (13) selon la première direction (Y), et
dans laquelle le treillis possède des propriétés mécaniques différente entre la zone radiculaire et la zone de reconstitution prothétique disposées successivement selon une première direction (Y), les propriétés mécaniques différentes étant en réponse à une première sollicitation perpendiculaire à la première direction (Y).

[Fig. 1]

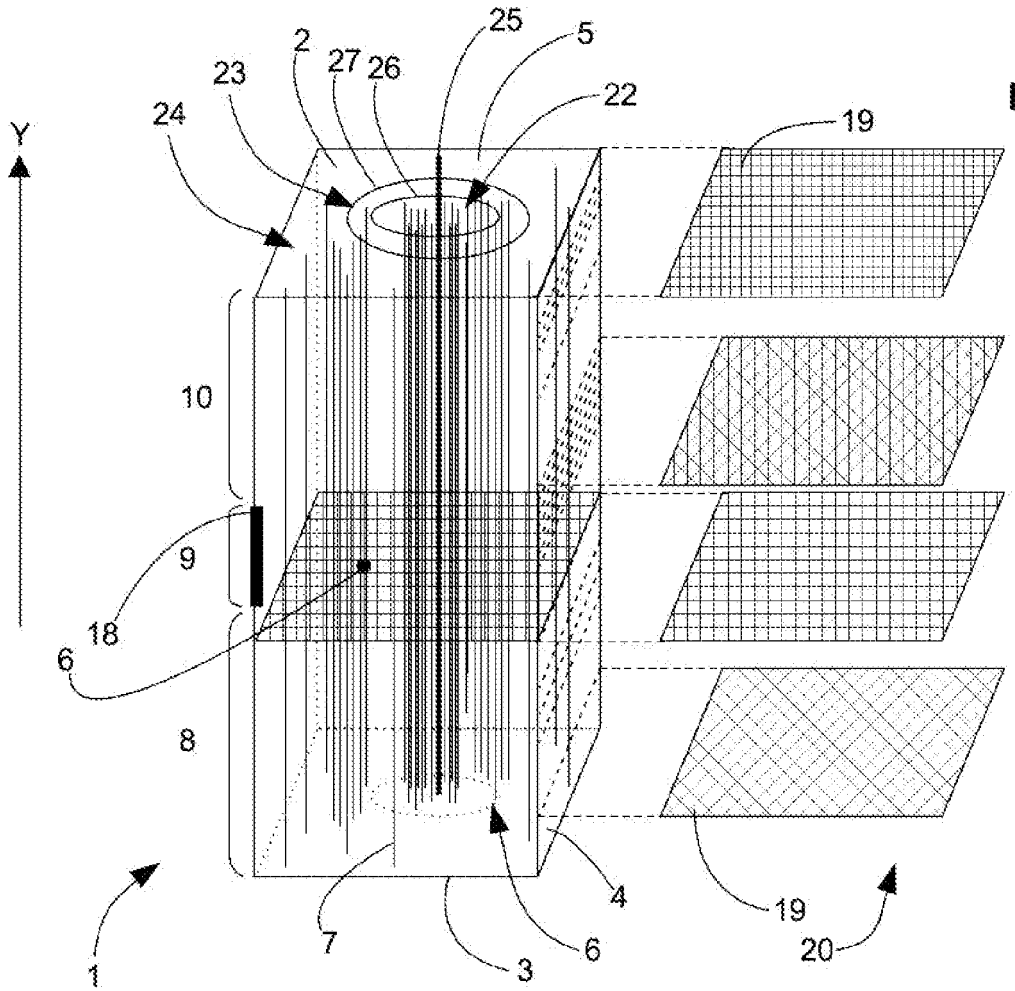


Fig. 1

[Fig. 2]

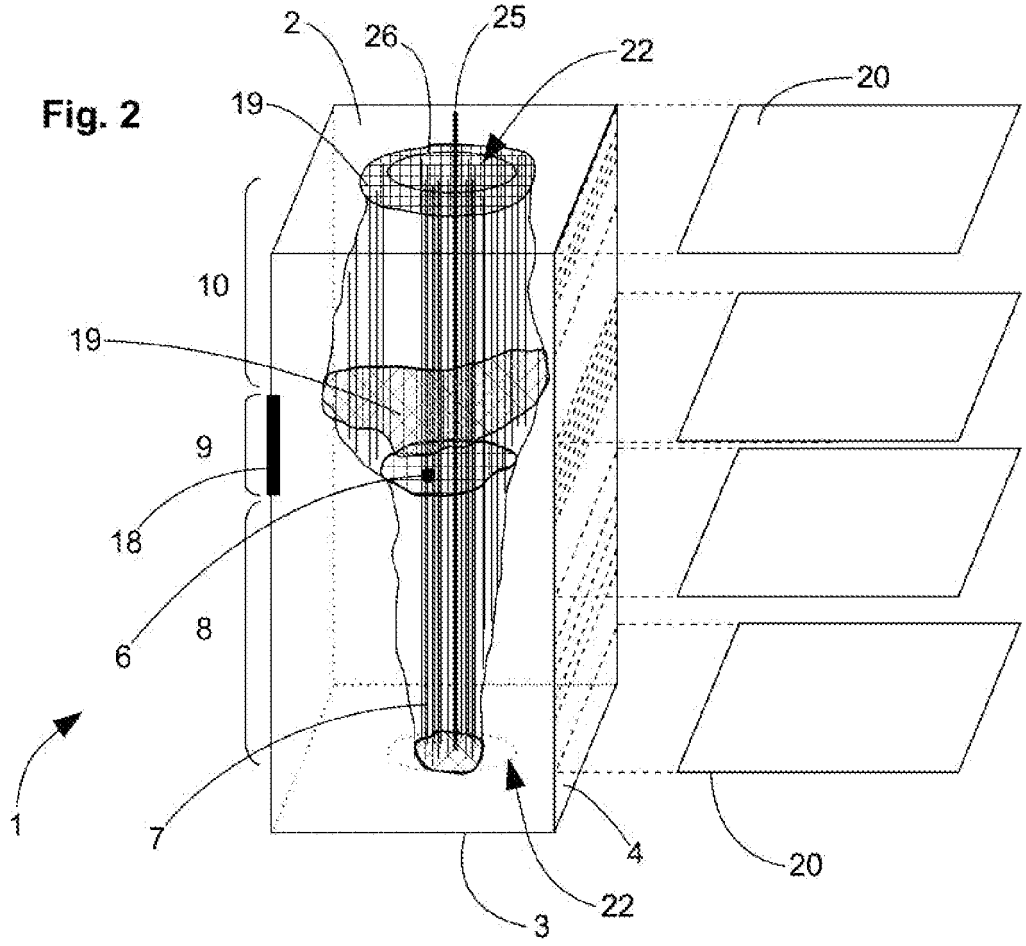


Fig. 2

[Fig. 3]

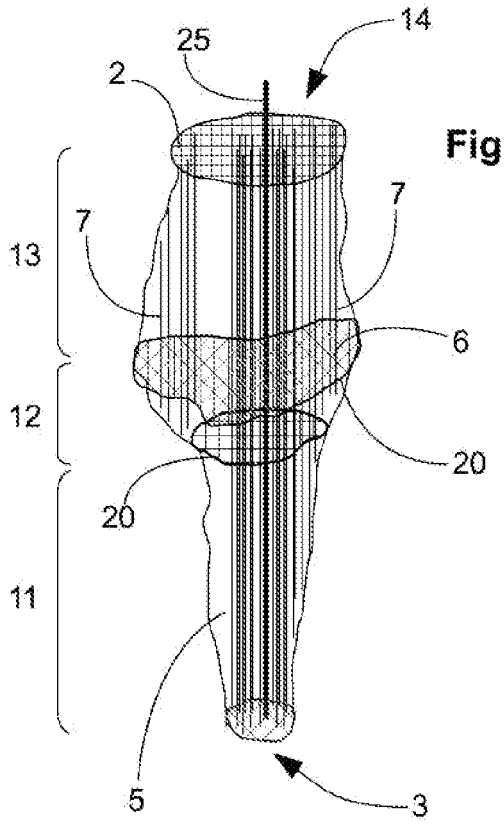
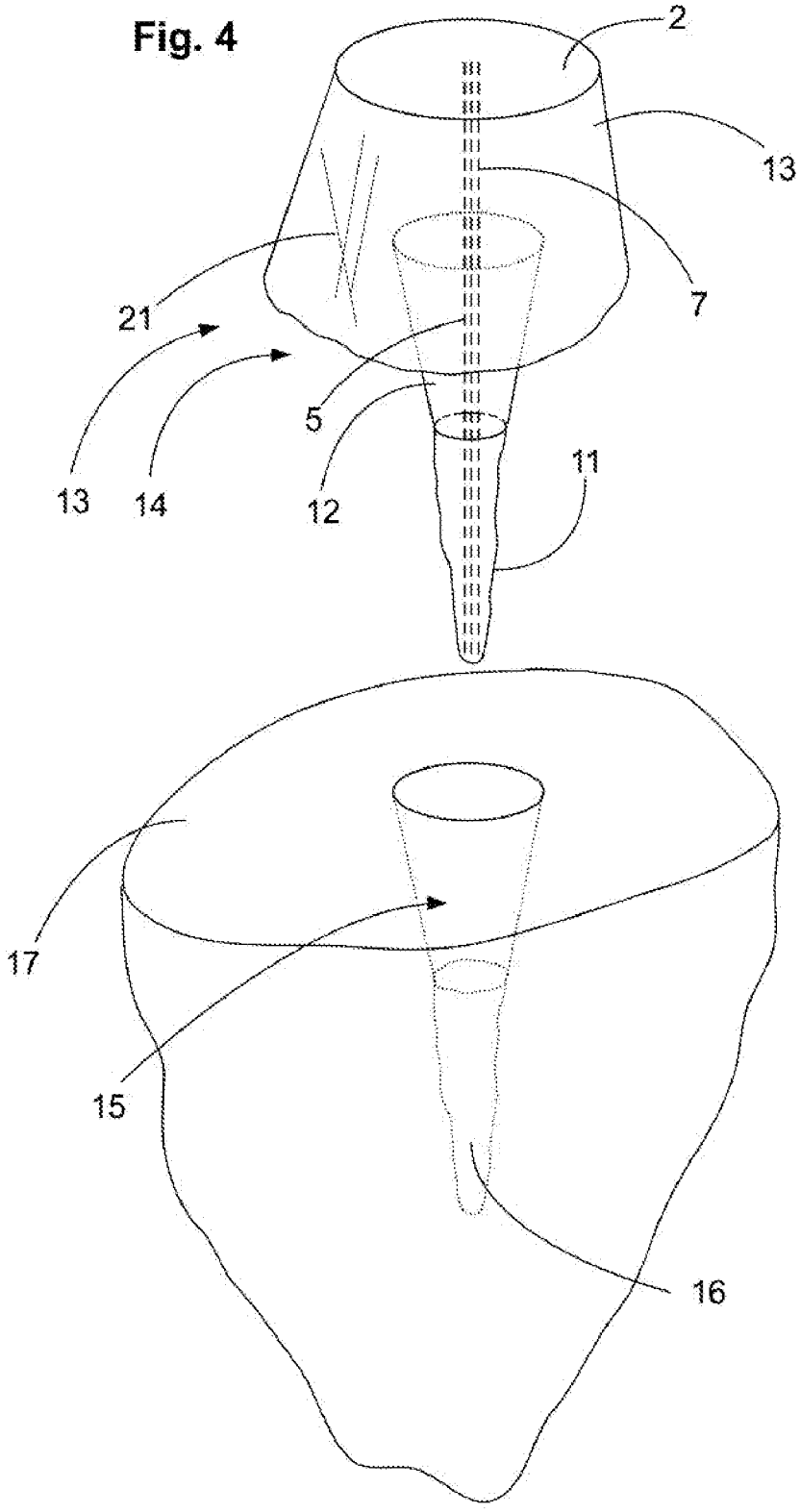


Fig. 3

[Fig. 4]



[Fig. 5]

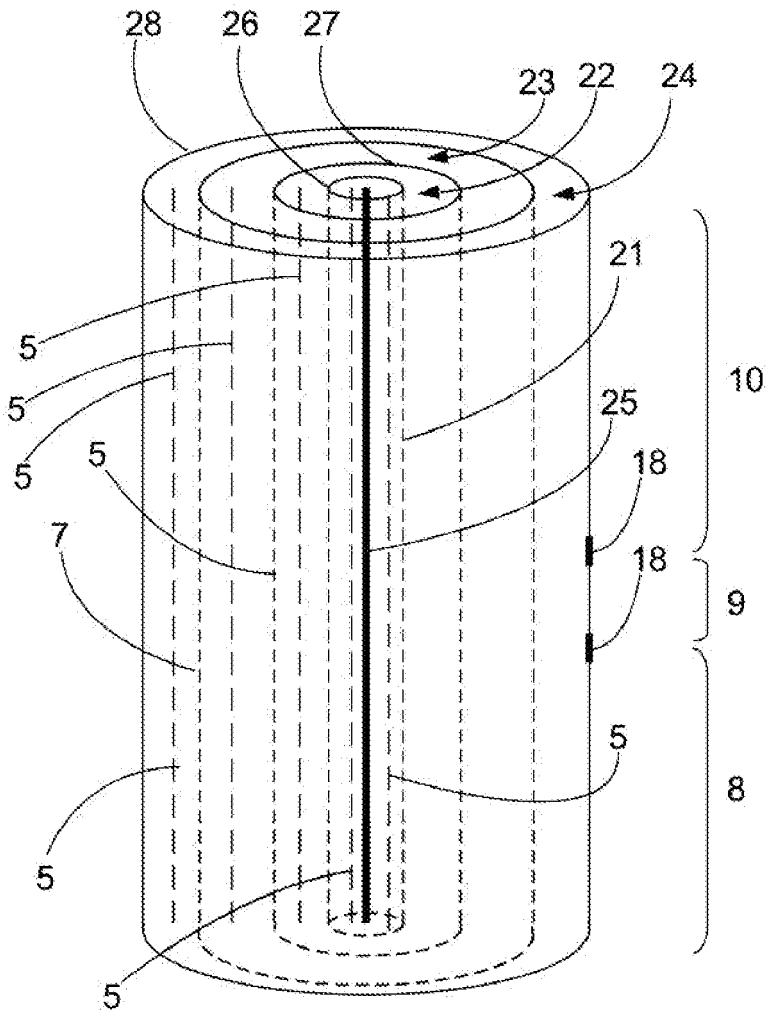


Fig. 5

[Fig. 6]

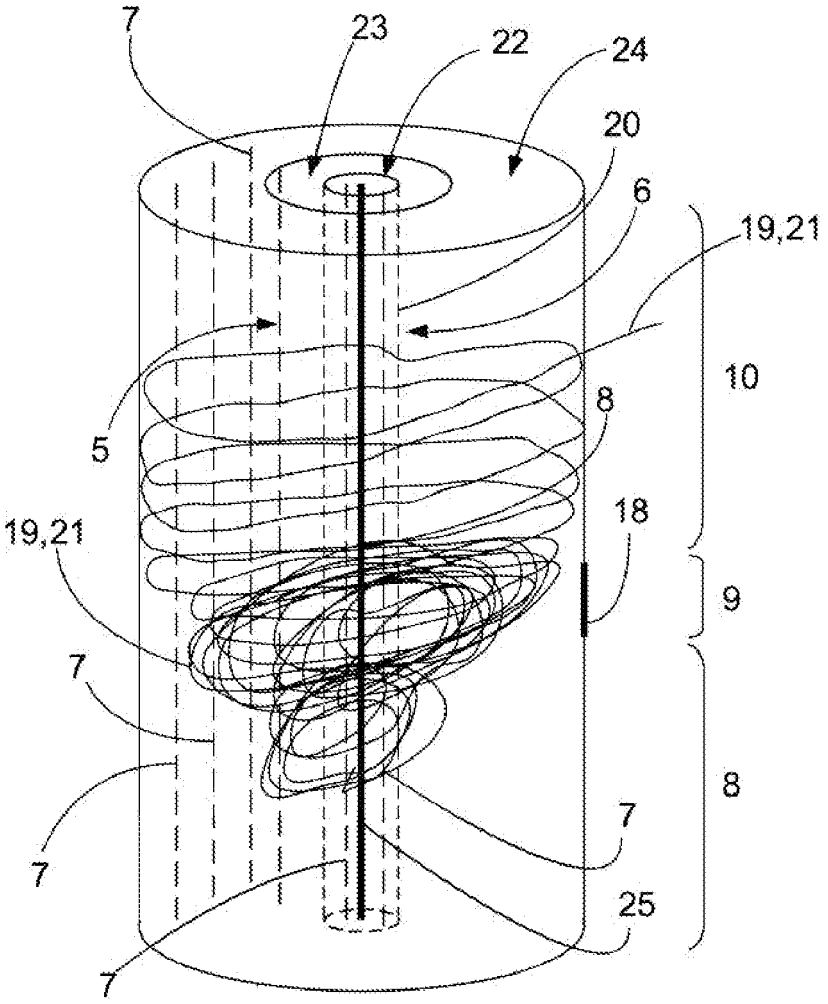


Fig. 6

[Fig. 7]

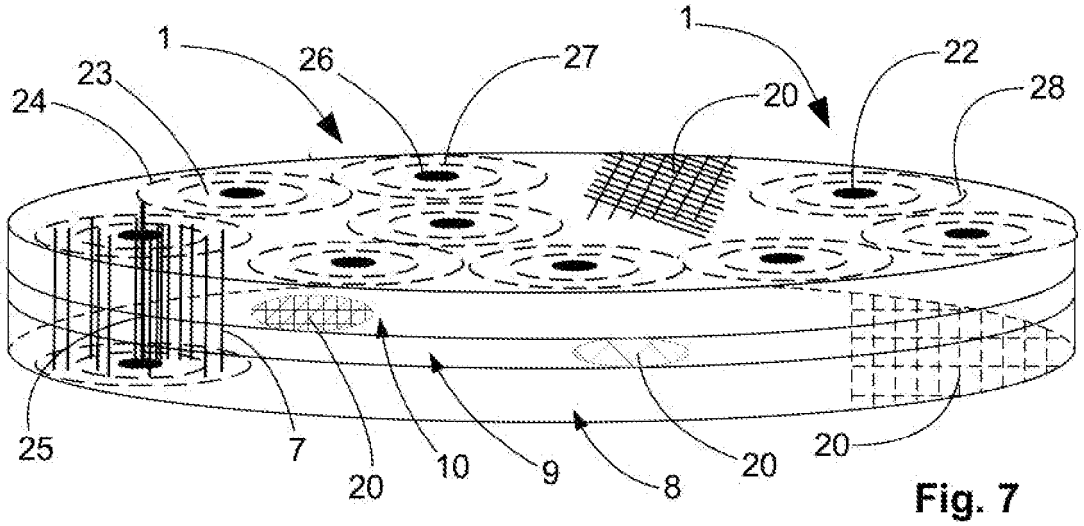


Fig. 7

[Fig. 8]

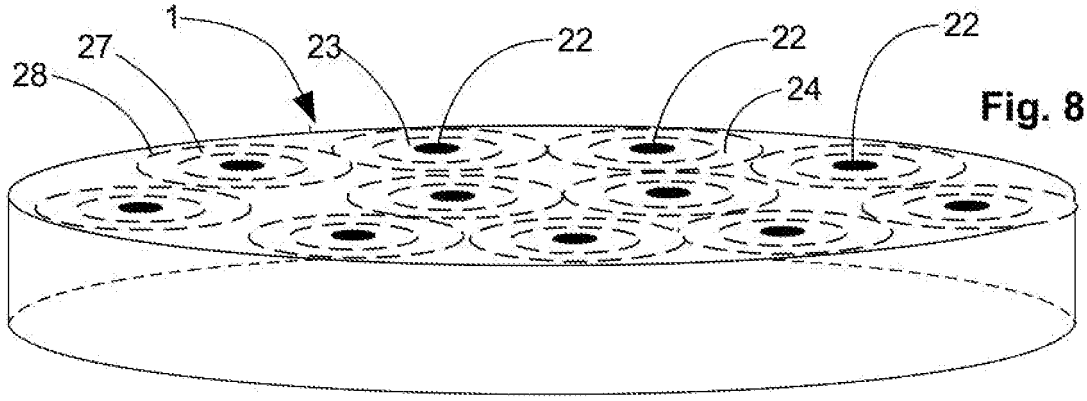


Fig. 8

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 899571
FR 2100743

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
X Y	US 6 287 122 B1 (SEERAM RAMAKRISHNA [SG] ET AL) 11 septembre 2001 (2001-09-11) * revendications; figures; exemples * -----	1-13,18, 19,21,22 14-17,20	A61C5/77 A61C5/70 A61C13/003 A61C13/08
X Y	EP 0 432 001 A1 (REYNAUD MARC [FR]; REYNAUD PIERRE LUC [FR] ET AL.) 12 juin 1991 (1991-06-12) * revendications; figures * -----	1-13,18, 19,21,22 14-17,20	A61C13/087 A61C13/09 A61K6/58 A61K6/884
X Y	DE 10 2008 042021 B3 (UNIV ROSTOCK [DE]) 15 avril 2010 (2010-04-15) * revendications; figures * -----	1-4, 6-13,18, 19,21,22 14-17,20	
Y	WO 2018/231588 A1 (LEVIN MARTIN DAVID [US]) 20 décembre 2018 (2018-12-20) * alinéas [0072] - [0073]; revendications; figures * -----	14-17,20	
Y	WO 2017/098096 A1 (SOC DE RECH TECHNIQUES DENTAIRES - RTD [FR]) 15 juin 2017 (2017-06-15) * revendications; figures * -----	14-17	
A	US 6 371 763 B1 (SICURELLI JR ROBERT J [US] ET AL) 16 avril 2002 (2002-04-16) * revendications; figures * -----	1-22	
A	WO 96/26687 A1 (REYNAUD MARC [FR]; REYNAUD PIERRE LUC [FR]; CHU MANH [FR]) 6 septembre 1996 (1996-09-06) * revendications; figures * -----	1-22	
A	EP 1 147 748 A2 (KRUGG S P A [IT]) 24 octobre 2001 (2001-10-24) * le document en entier * -----	1-22	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

A61C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
27 janvier 2022	Fouquet, Michèle

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2100743 FA 899571

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-01-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6287122 B1	11-09-2001	SG 79227 A1	20-03-2001
		US 6287122 B1	11-09-2001
EP 0432001 A1	12-06-1991	AT 133848 T	15-02-1996
		CA 2068877 A1	21-05-1991
		DE 69025290 T2	14-08-1996
		DK 0432001 T3	10-06-1996
		EP 0432001 A1	12-06-1991
		ES 2085341 T3	01-06-1996
		FR 2654612 A1	24-05-1991
		JP 2754092 B2	20-05-1998
		JP H05505316 A	12-08-1993
		US 5328372 A	12-07-1994
		WO 9107142 A1	30-05-1991
DE 102008042021 B3	15-04-2010	AUCUN	
WO 2018231588 A1	20-12-2018	EP 3638145 A1	22-04-2020
		US 2020146773 A1	14-05-2020
		WO 2018231588 A1	20-12-2018
WO 2017098096 A1	15-06-2017	BR 112018011582 A2	27-11-2018
		CA 3007885 A1	15-06-2017
		CN 108366847 A	03-08-2018
		EP 3386428 A1	17-10-2018
		ES 2770751 T3	03-07-2020
		FR 3044890 A1	16-06-2017
		JP 6949046 B2	13-10-2021
		JP 2019504114 A	14-02-2019
		RU 2018121304 A	09-12-2019
		US 2018360575 A1	20-12-2018
		WO 2017098096 A1	15-06-2017
US 6371763 B1	16-04-2002	US 6371763 B1	16-04-2002
		US 2002123023 A1	05-09-2002
WO 9626687 A1	06-09-1996	CA 2214104 A1	06-09-1996
		EP 0812162 A1	17-12-1997
		ES 2141480 T3	16-03-2000
		FR 2731146 A1	06-09-1996
		JP H11500934 A	26-01-1999
		US 5797748 A	25-08-1998
		WO 9626687 A1	06-09-1996
EP 1147748 A2	24-10-2001	EP 1147748 A2	24-10-2001
		IT MI20000883 A1	19-10-2001

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2100743 FA 899571

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-01-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
----------			

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82