(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 553 485**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 15769**

(51) Int Cl⁴ : F 16 D 69/02; B 32 B 9/00, 19/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 15 octobre 1984.

(30) Priorité : US, 17 octobre 1983, n° 542.768.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 16 du 19 avril 1985.

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

(71) Demandeur(s) : *THE B.F. GOODRICH COMPANY.* — US.

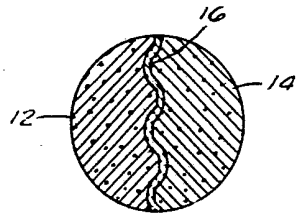
(72) Inventeur(s) : Dieter Werner Bauer et Donald Heinsheimer Leeds.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Harlé et Phélip.

(54) Disque de frein ou d'embrayage poreux réutilisable en composite carboné et procédé de fabrication.

(57) Le disque composite comprend un noyau poreux réutilisable 12 en composite de carbone et un revêtement de noyau 14 de garniture de friction poreux qui est fixé à celui-ci de façon permanente. Le revêtement, qui comprend au moins une couche d'une étoffe en carbone tissée, est lié d'une façon originale au noyau par une combinaison d'une couche 16 de tissu de carbone séparée, d'un liant carboné et d'un matériau pyrolytique qui est déposé à la limite entre le noyau et le revêtement et dans les interstices du tissu.



FR 2 553 485 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne d'une façon générale des articles faits de matériaux de friction carbonés comme des disques de freins et des disques d'embrayage du type employé dans les applications aéronautiques, automobiles et industrielles. Plus particulièrement, l'invention concerne un disque de frein ou d'embrayage carboné réutilisable et le procédé de rénovation des disques usés dans lequel plutôt que de jeter les disques usés, on fixe des matériaux légers, résistants à l'usure aux sections usées des disques d'une façon originale pour les remettre dans un état utilisable avec sécurité.

Les garnitures de disques de freins et d'embrayage faites de carbone ou de graphite sont employées commercialement depuis un certain temps. Ces disques sont fabriqués de différentes façons à partir de matériaux fibreux de carbone sous forme de feutres ou de matériaux tissés. On fabrique souvent les disques en découpant les matériaux carbonés fibreux en morceaux de forme annulaire, en superposant les pièces tronçonnées l'une à l'autre pour former une pile, en imprégnant la pile avec un agent liant et ensuite en pyrolysant la pile pour former un disque de carbone. Un procédé de ce genre est décrit dans le brevet US - A- 3 794 509. Un procédé à peu près analogue est décrit dans le brevet US-A- 3 730 320.

Les disques de freins et les plateaux d'embrayage faits en carbone ou en graphite s'oxydent à l'usage et il apparaît à l'intérieur, à distance de la surface de frottement, une porosité beaucoup plus importante que les 10 à 15 % de porosité à l'état neuf. Lorsqu'on usine ces matériaux de friction usés pour en faire des noyaux à rénover avec un nouveau composite poreux renforcé par des fibres, leur porosité est de l'ordre de 15 à 25 %, ce qui est considéré comme extrêmement perméable et poreux. L'invention décrite relie ensuite chimiquement et mécaniquement deux segments poreux l'un à l'autre, les deux étant des composites d'une matrice de carbone renforcée par des fibres de carbone.

Le matériau de friction carboné qui a donné les meilleurs résultats pour la fabrication des disques de freins et le procédé de fabrication des matériaux de friction est peut être celui qui est décrit dans les brevets US-A- 2 895 084 et 3 991 248, de Bauer, un des co-inventeurs indiqués ici. Le procédé Bauer n'implique pas l'imprégnation des matériaux carbonés avec un liant, mais plutôt des techniques de dépôt chimique à partir de phase vapeur (CVD) pour le dépôt de carbone pyrolytique dans les interstices de matériaux carbonés pour former le disque de frein fini.

On a proposé différentes voies pour rénover les disques de freins au carbone usés. Par exemple, le brevet de Cook et al, US-A-3.712.427 , décrit un disque de frein qui est recouvert sur les deux côtés de plaques d'usure en carbone fixées au noyau au moyen de rivets.

Le brevet US-A- 3 956 548, de Kovac et al, décrit un procédé de fabrication d'un disque de frein en composite de carbone dans lequel une ou plusieurs couches de feutre de carbone sont fixées à un noyau de composites de carbone réutilisable au moyen d'un ciment à haute teneur en carbone. Un aspect important de l'invention de Kovac et al telle qu'elle est annoncée dans la description, est l'emploi de la couche de feutre de carbone. En fait, la description de Kovac et al spécifie que les couches de tissu de carbone et analogues ne sont pas appropriées à l'emploi dans la fabrication des disques de freins de l'invention et que l'on a constaté qu'elles ne produisaient pas une bonne liaison.

Le coeur même de la présente invention est l'emploi d'une ou de plusieurs couches de tissu de carbone pour fournir le matériau d'interface, plutôt que l'emploi de couches de feutre de carbone qui est jugé essentiel par Kovac et al. Selon la présente invention, non seulement on emploie des couches de tissu, mais le nouveau procédé de fixation des couches de tissu au noyau réutilisable fournit un frein de disque rénové ayant des caractéristi-

ques d'usure et de liaison d'un caractère qui n'a pas été surpassé jusqu'ici.

Etant donné le coût important impliqué dans la fabrication des disques de freins carbonés, soit par la méthode d'imprégnation, soit par la méthode d'infiltration CVD, le procédé de rénovation de la présente invention assure une économie extrêmement significative. De plus, étant donné le nouveau procédé de fixation des revêtements de tissu de carbone au noyau, le disque de frein rénové a un niveau de qualité égal sous tous les rapports à celui du disque tel que fabriqué initialement, de sorte qu'avec cette structure, on peut fournir des freins de disques à considérer comme à l'état neuf.

Un objet de la présente invention est de fournir un disque de frein carboné rénové et un procédé de rénovation qui permet une rénovation économique des disques et patins de freins en carbone du type employé dans les applications aéronautiques, automobiles et industrielles.

Un autre objet de l'invention est de fournir des disques de freins rénovés ayant le caractère mentionné ci-dessus, qui soient de haute qualité et de haute fiabilité et qui fonctionnent, sous tous les rapports, de la même façon que le disque de frein tel que fabriqué d'origine.

Un autre objet de l'invention est fournir un procédé de rénovation qui permette la rénovation, aussi bien de disques de freins carbonés très usés, que de disques craquelés ou endommagés de toute autre manière, du type fabriqué, soit par imprégnation par résine ou brai, soit par des techniques d'infiltration CVD.

Un autre objet de l'invention est de fournir un procédé de rénovation qui n'implique pas l'emploi de matériaux de revêtement en feutre de carbone, mais emploie plutôt des étoffes tissées en carbone de différents types,tels que carbones de rayonne, PAN, brai ,"laine" cellulose et matériaux analogues pour former une couche de liaison entre le noyau rénové et le nouveau revêtement d'usure.

Un autre objet de l'invention est de fournir un

procédé ayant le caractère décrit dans le paragraphe précédent, dans lequel on emploie une combinaison originale d'adhésif carbonisable et d'infiltration par CVD de carbone pyrolytique pour fixer de façon sûre les revêtements d'usure au noyau en composite de carbone et pour fournir un disquemonobloc neuf utilisable comme équipement d'origine, à la suite de l'étape d'infiltration.

Un autre objet de l'invention est de fournir un disque de frein rénové de la classe décrite qui est très fiable à l'usage et qui ne se fendillera, ne s'écaillera pas ou ne cassera pas à l'usage.

Un autre objet de l'invention est de fournir un disque de frein rénové tel qu'il est décrit dans les paragraphes précédents, qui présente des caractéristiques d'usure égales ou supérieures aux caractéristiques d'usure du disque de frein d'origine.

La figure 1 est un fragment de section transversale grossi d'une réalisation de l'invention montrant le revêtement du noyau fixé au noyau en composite de carbone.

La figure 2 est un fragment de vue très grossi prise à l'interface du revêtement du noyau et du noyau à l'emplacement général de la région désignée par le numéro 2 dans la figure 1.

La figure 3 est une photographie du matériau à l'interface du revêtement du noyau et du noyau à un grossissement de 40.

Définitions :

1. Les fibres de carbone sont des fibres produites par traitement thermique de fibres de matériaux naturels et synthétiques comme par exemple la laine, la rayonne, le polyacrylonitrile, la cellulose et le brai à des températures de l'ordre de 1000°C.

2. Les fibres de graphite sont des fibres produites par traitement thermique de fibres de carbone aux températures de graphitisation, de l'ordre de 2000°C ou au-dessus.

3. Le terme carbone pyrolytique, tel qu'il est

employé ici, désigne le carbone qui est déposé sur les fibres de carbone à l'intérieur des pores ouverts du noyau préfabriqué et à la limite entre le noyau et le revêtement du noyau par décomposition thermique d'hydrocarbures comme le gaz naturel.

4. La déposition intersticielle désigne le dépôt par des techniques de dépôt chimique à partir de phase vapeur de carbone pyrolytique dans les interstices des matériaux fibreux de carbone.

5. Liant carboné: un matériau employé soit séparément, soit en supplément du carbone pyrolytique pour lier ensemble les matériaux fibreux de carbone et de graphite et pour lier le revêtement du noyau au noyau. Différents brais et résines, y compris brai de houille, brai de pétrole, résine furannique, résine phénolique, polysaccharides comme l'amidon de maïs, résines d'époxydes, résines de polyimides, alcool furfurylique et des mélanges de ceux-ci se sont avérés satisfaisants comme matériaux liants.

6. Etoffe tissée : étoffe formée par entrelacement defils de chaîne et de trame sur un métier à tisser ou analogue.

7. Disque et patins de friction: disque ou patin adapté à l'emploi comme organe de friction dans un frein ou un embrayage ayant le caractère employé dans les applications aéronautiques et automobiles en environnement sec ou humide.

Si l'on se réfère aux dessins, la figure 1 est une vue d'une portion du disque en composite de carbone 10 de l'invention qui est adapté à l'emploi comme organe de friction dans un embrayage ou frein du type employé dans les applications aéronautiques, automobiles et autres machines industrielles. Le disque en composite de carbone 10 comprend un noyau en composite de carbone réutilisable 12 et un revêtement du noyau de garniture de friction 14 qui est fixé à au moins un des côtés du noyau 12.

Le revêtement 14 comprend au moins une couche

d'étoffe de carbone tissée, dont les fibres individuelles sont liées ensemble à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices de l'étoffe.

Le noyau en composite de carbone réutilisable 12 est de préférence un produit en composite de carbone renforcé par des fibres, fabriqué par un procédé dans lequel des matériaux fibreux en carbone ou en graphite, élastiques et de résistance élevée, sont façonnés en un substrat qui a été optimisé en vue de l'application finale du produit par un contrôle soigneux de sa forme, de la configuration de sa section transversale, de sa densité, du volume des fibres et de l'orientation interne des fibres. Dans la fabrication du produit composite, le substrat optimisé est infiltré d'un matériau pyrolytique de façon à lier structurellement entre eux les matériaux fibreux qui constituent le substrat. L'article ainsi façonné est densifié de façon contrôlée par une nouvelle infiltration par un matériau pyrolytique jusqu'au degré nécessaire pour atteindre la densité finale du produit désirée. Les détails du procédé de fabrication du produit composite sont décrits dans le brevet précité de Bauer, US-A- 3 895 084.

Le noyau de composite 12 peut aussi comprendre une structure liée par résine faite à partir d'un matériau à base de carbone et de couches de fibres. Avantageusement, le matériau à base de carbone est l'alcool furylique, le brai de houille, le brai de pétrole, une résine furannique, une résine d'époxyde, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci. Ces matériaux ont un taux de cokéfaction relativement élevé et peuvent être pyrolysées pour donner essentiellement un matériau carboné.

Selon le procédé de la présente invention, le revêtement du noyau 14 est lié de façon originale au noyau en composite de carbone 12 au moyen d'une combinaison de carbone pyrolytique et d'un adhésif liant approprié. Un adhésif liant qui a donné des résultats satisfaisants dans

la pratique du procédé de la présente invention est un alcool furfurylique fabriqué et vendu par Union Carbide sous la désignation "C-34". Cependant, on peut employer n'importe quel mélange approprié d'une charge particulière et d'alcool furfurylique ou d'une matière analogue, du moment que l'adhésif a un rendement en carbone suffisamment élevé pour lier les solides adjacents pendant les étapes de durcissement et de CVD du procédé. En outre, l'adhésif doit pouvoir être converti par la chaleur en un squelette de liaison intermédiaire en carbone poreux, qui à son tour, peut être lié par le carbone déposé chimiquement à partir de leur phase vapeur (CVD).

Le revêtement du noyau de garniture de friction 14 est de préférence fabriqué par empilement d'une pluralité de couches d'étoffes ou de tissés en carbone qui ont été découpéesà la dimension et à la forme appropriées mais peuvent aussi être faites à partir d'un composé moulable en fibres de carbone non tissées ,pré-encollé, auquel cas on emploie une couche de matériau tissé entre le noyau et le revêtement. L'assemblage ainsi formé est ensuite comprimé et placé dans un four de dépôt sous vide approprié dans lequel du carbone pyrolytique est déposé dans les interstices des fibres du substrat. Cette étape de dépôt peut être réalisée par exemple par dépôt de carbone pyrolytique à partir d'un gaz carboné, comme le méthane, qui se dissocie sous l'influence de la chaleur. Le dépôt se fait de préférence dans un four sous une pression comprise entre $1{,}33.10^2$ et 1013.10^2 Pa (cette dernière pression étant la pression atmosphérique) et habituellement entre environ $1{,}33.10^2$ et $66{,}7.10^2$ Pa. La température du four peut être comprise entre 760°C et 1260°C et de préférence est d'environ 982°C. La durée d'infiltration pendant l'étape de dépôt peut varier de 10 à 200 heures suivant l'usage désiré pour le produit final et la dimension du four.

Les matériaux fibreux employés dans la construction du revêtement de noyau de garniture de friction sont

choisis parmi un groupe constitué par la laine, la rayonne, le brai, la cellulose et le polyacrylonitrile carbonisés et les mélanges de ceux-ci. Dans tous les cas, cependant, du tissu de carbone, que ce soit en couche simple ou en couches multiples, est employé dans la fabrication du revêtement de noyau de garniture de friction qui doit être fixé au noyau de composite de carbone réutilisable.

Pour certaines applications, il est souhaitable d'employer une petite quantité d'un liant carboné approprié pour lier ensemble les fibres des couches du tissu de carbone qui constituent le revêtement du noyau. Pour réaliser cette opération, on applique une petite quantité d'un liant carboné approprié, comme une résine phénolique, une résine furannique, une résine d'époxyde, une résine de polyimide ou un matériau analogue à chaque couche de tissu de carbone. Ensuite, on assemble les couches de tissu de carbone en un substrat de base ou de départ ayant un volume plus grand que le volume du revêtement de noyau désiré. Ce substrat est ensuite soumis à des température et à des pressions contrôlées dans une presse hydraulique ou un montage pour former un substrat façonné comprimé qui a un degré élevé de porosité ouverte, un volume connu et une forme correspondant essentiellement à la forme du revêtement de noyau à produire finalement. Pendant cette liaison à la presse, ou étape de compression, les fibres individuelles du matériau fibreux carboné sont liées sélectivement entre elles par le liant en des sites multiples. Ces liaisons ou "adhérences" rigidifient le substrat de sorte qu'il peut être manipulé facilement pendant l'étape de densification. Finalement, le substrat façonné est partiellement ou totalement densifié par dépôt chimique à partir de phase vapeur de matières pyrolytiques sélectionnées dans les interstices du substrat. Alors que dans la pratique de la présente invention, du carbone pyrolytique est habituellement déposé dans les interstices du substrat, d'autres matériaux pyrolytiques comme le graphite pyrolytique, le nitrure de bore, le nitrure de silicium, le titane, le tantale, le

tungstène, le molybdène, le niobium, le carbure de tantale, le carbure de niobium, le carbure de zirconium, le carbure de hafnium, le carbure de titane et le carbure de silicium peuvent être employés pour des applications spécifiques. Le dépôt chimique de ces matériaux à partir de la phase vapeur est bien connu en pratique et est discuté dans le brevetprécité de Bauer US-A- 3 895 084.

Dans la pratique du procédé de la présente invention, après fabrication du revêtement de noyau de garniture de friction selon l'une ou l'autre des méthodes décrites dans les précédents paragraphes, le noyau en composite de carbone réutilisable est ensuite usiné à la dimension et à la forme désirées. On comprendra que le noyau en composite de carbone peut être fait d'un matériau nouvellement manufacturé, ayant une porosité ouverte prédéterminée ou bien que ce peut être un noyau en composite de carbone présentant un certain degré de porosité ouverte qui a été employé précédemment dans les disques de freins ou d'embrayage et a été usé, endommagé, ou rendu impropre d'une autre manière à un usage ultérieur.

Après usinage du noyau en composite de carbone à la dimension voulue, une face ou les deux faces du noyau sont rainurées ou rendues rugueuses, soit à la main, soit à la machine. De préférence, le "dépolissage" de la face du noyau en composite de carbone se fait par usinage d'un sillon en spirale continu allongé de profondeur uniforme dansla face du noyau. L'aspect grossi de la section transversale de ce sillon en spirale est illustré dans la figure 2 et est désigné par le numéro 16.

Après le rainurage ou "dépolissage" de l'une ou des deux faces du noyau en composite, une couche mince (approximativement 0,25 mm) de "C-34" ou une autre résine ou liant approprié, tel que brai de houille, alcool furfurylique, brai de pétrole, résine furannique, résine d'époxyde, résine de polyimide, résine phénolique ou des mélanges de ceux-ci est appliquée sur la surface dépolie du noyau en composite 12 et aussi sur la surface d'assem-

blage du revêtement de noyau de garniture de friction 14. L'assemblage, ou substrat intermédiaire, ainsi formé est ensuite durci à des températures élevées de l'ordre d'environ 93 à environ 204°C, avec ou sans application de pression pour contraindre le revêtement du noyau à s'unir au noyau réutilisable. Lorsqu'on emploie la pression pendant l'étape de durcissement, le noyau, le revêtement de noyau et la résine qui constituent le substrat intermédiaire sont comprimés sous des pressions comprises entre environ $0,69.10^3$ à $34,5-10^3$ kPa. Ensuite, la résine est post-durcie sans pression à des températures d'environ 150°C à environ 260°C. Puis, l'assemblage durci est placé dans un four à dépôt chimique à partir de phase vapeur et infiltré par un matériau pyrolytique comme du carbone pyrolytique. L'étape d'infiltration se fait dans un four sous vide sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique comprises entre $1,33.10^2$ et 1013.10^2 Pa et habituellement sous une pression d'environ $1,33.10^2$ à $66,7.10^2$ Pa. La température du four est maintenue entre environ 760°C et environ 1260°C et de préférence à environ 982°C. La durée d'infiltration est comprise entre environ 10 et environ 200 heures.

Pendant l'étape d'infiltration, du carbone pyrolytique est déposé uniformément sur et autour de fibres du noyau poreux et du revêtement de noyau et aussi à la limite, ou interface, entre le matériau du noyau et le matériau du revêtement de noyau. Le résultat des étapes de durcissement et de CVD est que l'adhésif qui avait été préalablement appliqué sur les surfaces du noyau et du revêtement de noyau passe d'une forme organique à une forme minérale.

Selon le procédé décrit dans le précédent paragraphe, le revêtement de noyau de garniture de friction 14 est lié de façon intime et sûre au noyau en composite de carbone 12 grâce à la combinaison de matériaux adhésifs carbonisables et de carbone pyrolytique. Le fait que le matériau pyrolytique est déposé à la fois à l'interface des matériaux et sur et autour des fibres qui constituent

le noyau et le revêtement de noyau rend l'assemblage composite ainsi formé très résistant et extrêmement bien adapté aux applications à la fois dans les freins et les embrayages. En fait, l'action de liaison combinée du carbone pyrolytique et du matériau liant carboné produit un disque composite ayant une résistance mécanique très proche de la résistance du matériau de base du noyau lui-même. Par conséquent, le disque composite formé selon le procédé de la présente invention résiste facilement à la gamme étendue de freinages ou arrêts qui se rencontre typiquement dans les applications de freinage et d'embrayage.

La liaison intime du revêtement de noyau et du matériau du noyau est illustrée de façon frappante dans la figure 3 qui est une photographie de l'interface à un grossissement de 40. Comme on peut le voir en examinant la figure 3, le matériau à l'interface est tout à fait uniforme. Le matériau pyrolytique d'aspect blanc qui entoure les fibres à la fois du noyau en composite et du revêtement de noyau et qui lie le revêtement au noyau à l'interface se voit facilement dans la figure 3.

Dans des applications typiques de freins et d'embrayage, la structure représentée dans la figure 1 comprendrait normalement une structure circulaire avec des entailles formées soit sur le diamètre intérieur, soit sur le diamètre extérieur, suivant l'emploi comme rotor ou comme stator dans des buts de transmission ou de résistance à un moment de torsion. Quand le disque est employé, soit comme rotor, soit comme stator, les deux faces du noyau en composite de carbone doivent être dépolies ou rainurées et les matériaux de revêtement de noyaux de garniture de friction doivent être fixés sur les deux côtés du noyau en composite. Cependant, lorsque ce disque est employé comme rotor ou stator, ou plaque d'extrémité avec une seule face active, un côté seulement du noyau en composite a besoin d'être dépoli et le revêtement de noyau de garniture de friction n'a besoin d'être fixé que sur une face.

On comprendra que le disque de friction en compo-

site de la présente invention peut être spécialement adapté à différentes applications. En contrôlant la quantité de résine employée et la quantité de matériau pyrolytique qui est déposée dans les interstices du revêtement de noyau, on peut faire varier de façon précise et contrôlable la densité et la porosité du revêtement. De même, on peut contrôler avec précision les conditions de traitement employées pendant l'étape de CVD ou infiltration qui lie le revêtement de noyau au noyau, de façon à adapter spécialement le disque à différentes applications du produit final.

Comme on l'a mentionné précédemment, on peut aussi employer des matériaux pyrolytiques autres que le carbone pyrolytique pour optimiser le disque de friction en vue d'applications spéciales. En outre, et ceci est d'une importance significative, la Demanderesse a découvert que, pour certaines applications, on peut ajouter du bore à la couche d'interface entre le noyau et le revêtement de noyau avant l'étape d'infiltration. Tout en n'étant pas absolument pas essentiel, l'emploi de bore à l'interface améliore notablement la liaison entre le noyau et le revêtement du noyau, augmente la résistance à l'oxydation de la ligne de liaison et a pour résultat de produire un disque de friction en composite de carbone très résistant pour l'emploi, soit dans le freinage, soit dans l'embrayage.

En outre, pour contrôler l'épaisseur de la ligne de liaison, essentielle au procédé de fabrication, on a mis au point une technique pour saturer une seule couche de tissu de carbone en un des matériaux liants mentionnés ci-dessus. La couche de tissu ainsi pré-encollé est ensuite appliquée contre le noyau et le revêtement de noyau qui ont été tous les deux dépolis comme on l'a décrit précédemment. On peut aussi ajouter environ 2 à 20 % en poids de poudre de bore au liant qui imprègne la couche unique de tissu. Après compression, on a découvert que la présence de la couche de tissu régule avec précision l'épaisseur de la liaision, qui autrement varierait de

0,25 à 1,0 mm. Le maintien de l'épaisseur de la ligne de liaison garantit la qualité d'une ligne de liaison de résistance élevée.

Suivant le procédé de la présente invention, tel qu'il a été décrit dans les paragraphes précédents, on produit un disque en composite de carbone "original" et extrêmement utile. Le disque satisfait aux objets de l'invention et peut être spécifiquement adapté à différents emplois, soit dans les embrayages, soit dans des freins ou dans d'autres applications industrielles. Le composite produit par le procédé de l'invention comprend un noyau en composite de carbone réutilisable et un revêtement de noyau de garniture de friction fixé à au moins une des faces du noyau. Le revêtement comprend au moins une couche d'une étoffe tissée en carbone dont les fibres individuelles sont liées entre elles à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices du tissu. Selon les procédés de l'invention, le revêtement de noyau de garniture de friction est fixé d'une façon originale au noyau en composite de carbone par une combinaison d'un liant carboné et d'un matériau pyrolytique comme du carbone pyrolytique. Les exemples suivants illustrent le procédé de base de l'invention.

EXEMPLE N° 1

Après avoir choisi un noyau préalablement usagé en vue de la rénovation, on usine celui-ci à la dimension et à la forme désirées. Ensuite, on usine une face du noyau de façon à former un sillon en forme de spirale continue allongée de profondeur pratiquement uniforme sur toute la face du noyau.

Ensuite,on fabrique le revêtement de noyau de garniture de friction en découpant tout d'abord des panneaux de tissu de rayonne complètement carbonisé en disques ayant un diamètre correspondant approximativement au diamètre du noyau usiné. Ensuite, on empile les disques ainsi formés (20 dans cet exemple) l'un au-dessus de l'autre pour former un substrat intermédiaire. Ensuite on

comprime ce substrat intermédiaire et on le place dans un four de dépôt sous vide dans lequel du carbone pyrolytique est déposé dans les interstices des fibres du substrat. Les techniques pour réaliser cette étape d'infiltration sont décrites en détail dans le brevet Bauer US-A-3.895.084.

Après avoir achevé le revêtement du noyau, on applique une mince couche de "C-34" sur la surface du revêtement et sur la surface rainurée du noyau. Le revêtement de noyau est ensuite assemblé avec le noyau, les surfaces qui ont été revêtues de "C-34" étant pressées en contact intime. L'assemblage ainsi formé est ensuite durci pendant environ 10 heures à une température d'environ 150°C.

Ensuite on place l'assemblage durci dans un four sous vide en vue de l'infiltration par du carbone pyrolytique. L'infiltration se fait sous une pression d'environ $66,7.10^2$ Pa à une température d'environ 980°C. La durée d'infiltration est d'approximativement 100 heures. L'assemblage est ensuite usiné à la dimension finale. Pendant l'étape d'infiltration, le carbone pyrolytique est déposé à l'intérieur du noyau poreux et du revêtement de noyau ainsi qu'à la limite entre le noyau et le revêtement de noyau.

EXEMPLE N° 2

Dans cet exemple, le noyau et le revêtement de noyau sont traités approximativement de la manière décrite dans l'exemple 1, à ceci près qu'une des surfaces du revêtement de noyau est aussi rainurée pour former une spirale continue dans cette face. Ensuite, les surfaces rainurées du noyau et du revêtement sont revêtues d'une couche de résine furannique à laquelle a été mélangée de la poudre de bore et une couche unique de tissu de rayonne carbonisée et saturée de mélange résine furannique-poudre de bore. On a découvert que l'addition de bore augmente efficacement la conductivité thermique de la ligne de liaison tout en empêchant l'oxydation. On peut ajouter différentes quantités de poudre de bore au liant carboné particulier utilisé mais dans ce cas, le bore représente environ 15 % en poids. La

couche de tissu est ensuite mise en place entre les surfaces rainurées du noyau et du revêtement de noyau et l'assemblage ainsi formé est placé dans une presse et soumis à une pression de $0,69.10^3$ kPa. L'assemblage comprimé est ensuite durci pendant environ 20 heures à une température d'environ 260°C.

Après l'étape de durcissement, l'assemblage est infiltré de la manière décrite dans l'exemple n°1. L'emploi de la poudre de bore tend à améliorer appréciablement le caractère de la ligne de liaison entre le noyau et le revêtement de noyau.

Après description de l'invention en détail selon les exigences du droit des brevets, l'homme de l'art n'aura aucune difficulté à apporter des changements et modifications dans les différentes parties de leur assemblage afin de satisfaire à des exigences aux conditions spécifiques. Ces changements et modifications peuvent être faits sans sortir du cadre et de l'esprit de l'invention, tel qu'il est exposé dans les revendications suivantes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un disque de friction réutilisable en composite de carbone, comprenant les étapes suivantes :

(a) fabriquer un noyau en composite de carbone poreux constitué d'un matériau carboné fibreux lié par un matériau pyrolysé choisi parmi le brai de houille, le brai de pétrole, l'alcool furfurylique, une résine furannique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci ;

(b) fabriquer un revêtement de noyau poreux constitué d'au moins une couche d'étoffe tissée en carbone dont les fibres individuelles sont liées ensemble à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices de tissu par dépôt chimique à partir de phase vapeur ;

(c) appliquer, sur au moins un des côtés du noyau en composite de carbone, une mince couche d'un liant carboné choisi parmi le brai de houille, le brai de pétrole, une résine furannique, l'alcool furfurylique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci ;

(d) construire un substrat intermédiaire en faisant s'assembler le revêtement de noyau poreux et la mince couche de matériau liant ; et

(e) maintenir ce substrat intermédiaire dans un gaz carboné sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique et à une température comprise entre environ 980°C et environ 1260°C pour former un disque de friction monobloc en composite de carbone par dépôt de carbone pyrolytique dans les interstices du revêtement de noyau poreux et entre le revêtement de noyau poreux et le noyau poreux, les fibres du revêtement étant pratiquement recouvertes et liées ensemble en permanence par le carbone pyrolytique et le revêtement étant lié en permanence au noyau par du

carbone pyrolytique pour former un disque de friction intégral en composite de carbone.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le noyau en composite de carbone poreux comprend en outre du carbone pyrolytique déposé dans les interstices des matériaux carbonés fibreux pour lier entre elles les fibres individuelles de celui-ci.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour fabriquer le revêtement de noyau poreux,on emploie aussi une petite quantité de liant carboné pour lier entre elles les fibres individuelles du tissu de carbone à des emplacements espacés les uns des autres le long des fibres.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres du tissu en carbone tissé sont choisies parmi la laine, la rayonne, le brai, le polyacrylonitrile, la cellulose carbonisés et des mélanges de ceux-ci.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on ajoute du bore au substrat intermédiaire poreux en un emplacement situé entre le noyau et le revêtement de noyau.

6. Procédé selon la revendication 1, comprenant une étape de rayage de la surface d'au moins une des faces d'assemblage du noyau poreux et du revêtement de noyau poreux avant l'application du liant carboné.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ce rayage est sous forme d'une courbe spirale disposée sur la surface d'assemblage.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une couche unique de tissu est saturée de liant carboné et est introduite entre le noyau et le revêtement de noyau pour réguler l'épaisseur de la ligne de liaison.

9. Procédé selon la revendication 1, comprenant une étape de compression du susbrat intermédiaire sous des pressions comprises entre environ $0,69.10^3$ et $34,5;10^3$ kPa avec exposition simultanée du substrat intermédiaire à des températures d'environ 93°C.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le liant carboné contient entre 2 et 20 % en poids de bore.

11. Procédé de fabrication d'un disque de friction réutilisable en composite de carbone, comprenant les étapes suivantes :

a) fabriquer un noyau en composite de carbone poreux constitué d'un matériau en carbone fibreux dont les fibres sont liées entre elles par un matériau pyrolytique qui a été déposé dans les interstices de celui-ci ;

b) fabriquer un revêtement de noyau poreux constitué d'au moins une couche d'étoffe en carbone tissée choisie parmi la laine, la rayonne, le brai, le polyacrylonitrile, la cellulose et des mélanges de ceux-ci, dont les fibres individuelles sont liées entre elles en des emplacements espacés les uns des autres par un liant carboné et à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices du tissu par dépôt chimique à partir de phase vapeur ;

(c) rayer au moins un côté du noyau en une multiplicité d'emplacements ;

(d) appliquer sur le côté rayé du noyau en composite de carbone poreux une mince couche de liant carboné choisi parmi le brai de houille, le brai de pétrole, une résine furannique, l'alcool furfurylique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci ;

(e) construire un substrat intermédiaire en amenant le revêtement de noyau poreux à s'assembler par pression à la mince couche de matériau liant ;

(f) maintenir le substrat intermédiaire poreux sous compression à une température élevée pendant une durée suffisante pour durcir le liant carboné ; et

(g) après l'étape de durcissement, maintenir le substrat intermédiaire en présence d'un gaz carboné sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique et

à une température comprise entre environ 980°C et environ 1260°C pour former un disque de friction monobloc en composite de carbone par dépôt de carbone pyrolytique dans les interstices du revêtement de noyau et du noyau et entre le revêtement de noyau et le noyau, les fibres du revêtement et du noyau étant pratiquement recouvertes et liées entre elles en permanence par le carbone pyrolytique et le revêtement étant lié en permanence au noyau par du carbone pyrolytique.

12. Disque en composite de carbone destiné à l'emploi comme organe de friction, comme un disque de frein ou un disque d'embrayage, comprenant :

(a) un noyau réutilisable poreux en composite de carbone ; et

(b) un revêtement de noyau de garniture de friction poreux fixé en au moins un côté du noyau en composite de carbone poreux, ce revêtement poreux comprenant au moins une couche d'un tissu de carbone dont les fibres individuelles sont liées entre elles à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices du tissu de carbone.

13. Disque selon la revendication 12, caractérisé en ce que le revêtement de noyau de garniture de friction poreux est fixé au noyau en composite de carbone par une combinaison de liant carboné et carbone pyrolytique.

14. Disque selon la revendication 13, caractérisé en ce que le liant carboné est choisi par le brai de houille, le brai de pétrole, une résine furannique, l'alcool furfurylique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci.

15. Disque selon la revendication 12, caractérisé en ce que les fibres du revêtement de garniture de friction sont choisies parmi la laine, le brai, la rayonne, le polyacrylonitrile, la cellulose, carbonisés et des mélanges de ceux-ci.

16. Disque selon la revendication 12, caractérisé en ce que du bore est prévu entre le noyau et le revêtement.

17. Disque en composite de carbone destiné à l'emploi comme organe de friction, par exemple disque de frein ou disque d'embrayage, comprenant :

(a) un noyau réutilisable poreux en composite de carbone, ce noyau comportant des rainures sur au moins de ses faces ;

(b) un revêtement de noyau de garniture de friction poreux comprenant au moins une couche de tissu en carbone dont les fibres individuelles sont liées entre elles à leur point d'intersection par du carbone pyrolytique qui a été déposé dans les interstices du tissu en carbone ; et

(c) une couche unique d'un tissu en carbone disposée entre la face rainurée du noyau et le revêtement de noyau, cette couche de tissu en carbone étant carbonisée et étant saturée dans le liant choisi parmi le brai de houille le brai de pétrole, une résine furannique, l'alcool furfurylique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine de polyimide, une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci ; le composite ainsi formé étant comprimé à des températures suffisamment élevées pour durcir le liant et lier ensemble le noyau, le revêtement de noyau et la couche unique de tissu en carbone pour former le disque en composite de carbone.

18. Disque selon la revendication 17, caractérisé en ce que le composite ainsi formé est exposé à un gaz carboné à des températures élevées, le revêtement et la couche unique étant fixés au noyau en composite de carbone par une combinaison de liant carboné et de carbone pyrolytique.

19. Disque selon la revendication 17, caractérisé en ce que le liant carboné est choisi parmi le brai de houille, le brai de pétrole, une résine furannique, l'alcool furfurylique, une résine d'époxyde, des polysaccharides comme l'amidon de maïs, une résine polyimide,

une résine phénolique et des mélanges de ceux-ci.

20. Disque selon la revendication 17, caractérisé en ce que les fibres du revêtement de garniture de friction sont choisies parmi la laine, les brais, la rayonne, le polyacrylonitrile, la cellulose, carbonisés et les mélanges de ceux-ci.

21. Disque selon la revendication 17, caractérisé en ce que du bore est prévu entre le noyau et le revêtement.

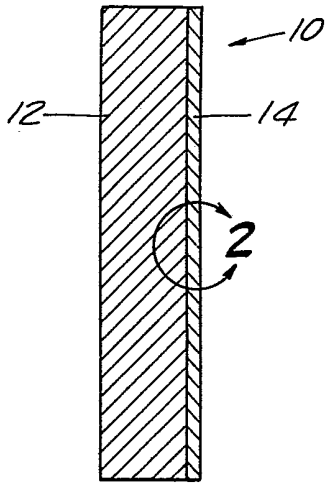


FIG. 1.

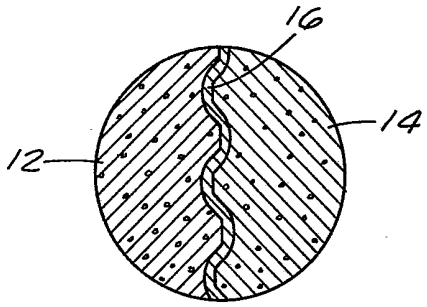


FIG. 2.



FIG. 3.