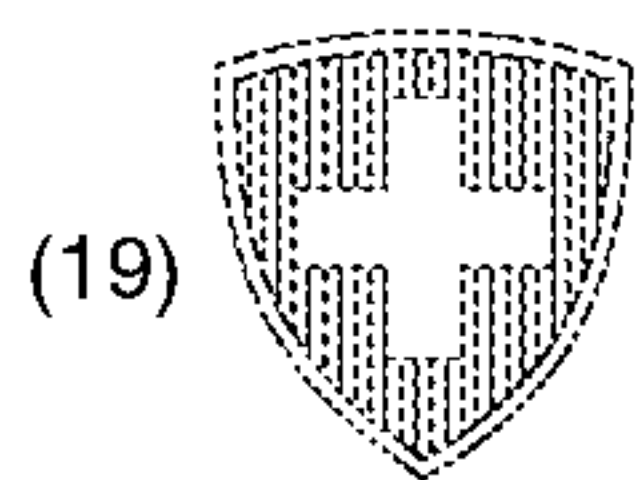




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **710 326 B1**

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

(51) Int. Cl.: **G04B 19/12** (2006.01)
G04B 45/02 (2006.01)
C23C 16/01 (2006.01)
C23C 16/27 (2006.01)
C23C 16/56 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01680/14

(22) Date de dépôt: 03.11.2014

(43) Demande publiée: 13.05.2016

(24) Brevet délivré: 31.08.2020

(45) Fascicule du brevet publié: 31.08.2020

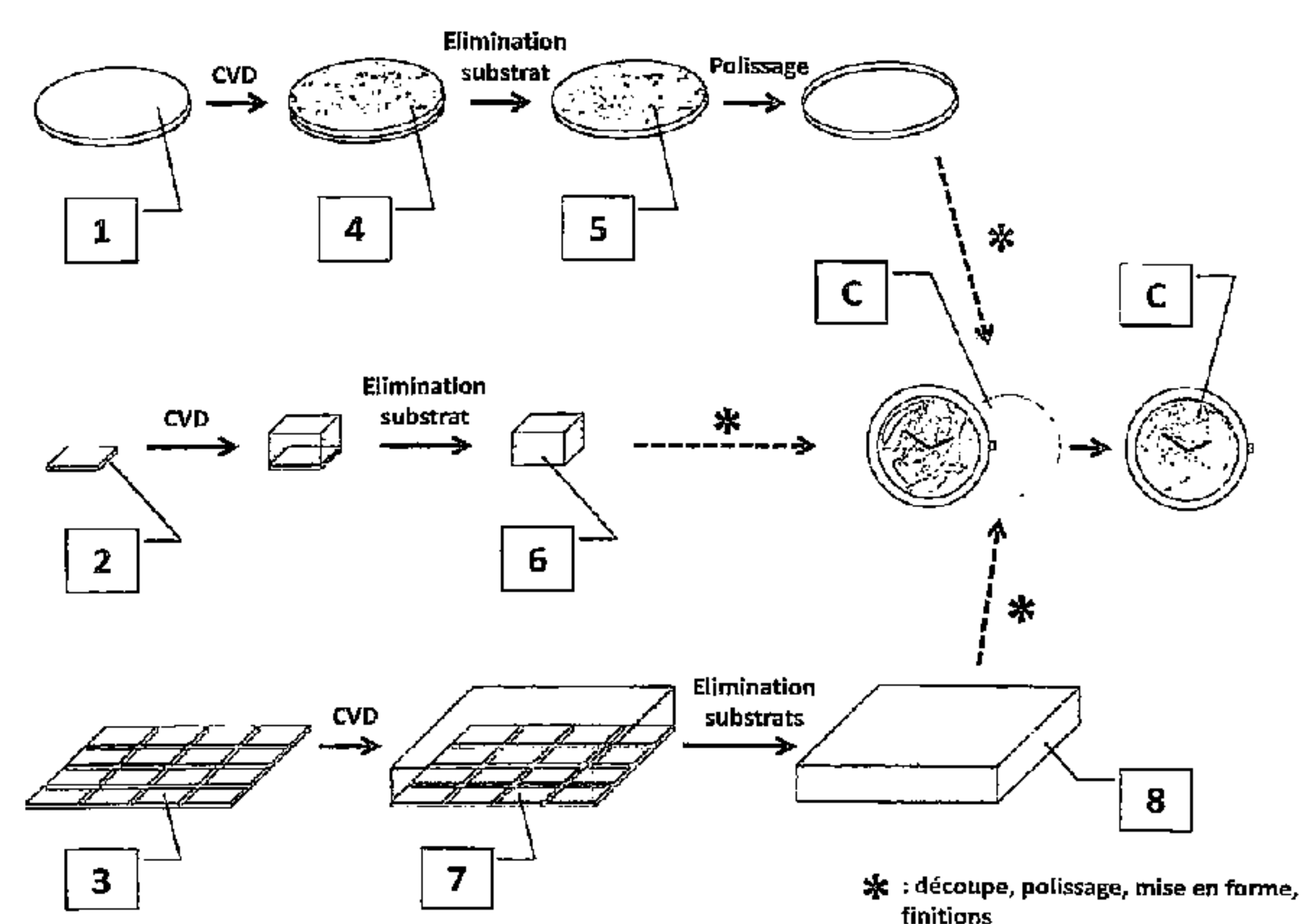
(73) Titulaire(s):
NeoCoat SA, Eplatures-Grise 17
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

(72) Inventeur(s):
Christophe Provent, 01170 Cessy (FR)
David Rats, 2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire:
BOVARD SA Neuchâtel Conseils en propriété
intellectuelle, Rue des Noyers 11
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Cadran de montre et montre équipée d'un tel cadran.**

(57) L'invention concerne un cadran de montre caractérisé en ce qu'il est constitué entièrement ou partiellement d'une couche de diamant autoportante, permettant de laisser visible le mécanisme de la montre, en offrant une transparence améliorée. L'invention concerne également une montre munie d'un tel cadran.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie et concerne, plus particulièrement, un cadran de montre. L'invention concerne également une montre équipée d'un seul ou de plusieurs de ces cadrans.

Etat de la technique

[0002] L'utilisation de cadrans de montre entièrement ou partiellement transparents est connue et elle a pour but principal de permettre de visualiser le mécanisme de la montre par transparence au travers du verre de la montre et du cadran. Ces cadrans transparents sont par exemple réalisés en matière polymères organiques, en verre ou en saphir, le matériau étant généralement choisi en fonction du segment de marché visé.

La présente invention a pour but de proposer une nouvelle alternative pour réaliser des cadrans de montre transparents.

Divulcation de l'invention

[0003] De façon plus précise, la présente invention concerne un cadran de montre caractérisé en ce qu'il est réalisé en un film de diamant autoportant. Dans la présente demande, autoportant signifie que le film de diamant n'est pas déposé sur un substrat, mais présente une rigidité mécanique lui permettant une tenue autonome.

[0004] Le cadran comprend avantageusement une couche de diamant polycristallin ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 3 millimètres.

[0005] Alternativement, le cadran comprend un seul monocristal de diamant ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 3 millimètres.

[0006] L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un cadran de montre tel que proposé ci-dessus, caractérisé en ce que le cadran est synthétisé par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), suivi par un traitement pour obtenir un film de diamant en éliminant le substrat.

[0007] Selon ce procédé, le cadran peut être réalisé par croissance de diamant monocristallin en phase gazeuse sur un substrat qui est une mosaïque composite de diamant monocristallin assemblée à partir d'une pluralité de substrats de diamant monocristallins. On réalise ensuite un traitement pour obtenir un film de diamant et éliminer le substrat, le film ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres.

[0008] Le cadran peut aussi être réalisé par croissance de diamant monocristallin en phase gazeuse sur un substrat unique de diamant monocristallin, puis traitement pour obtenir un film de diamant et éliminer le substrat et ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres.

[0009] Le cadran peut encore être réalisé par croissance de diamant polycristallin en phase gazeuse sur un substrat, puis traitement pour obtenir un film de diamant et éliminer le substrat et ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres.

[0010] Le diamant est un matériau qui peut être synthétisé par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) sur différents types de substrats et sur de larges surfaces.

[0011] Dans sa forme polycristalline, le diamant croît généralement selon une structure colonnaire et la taille des grains de diamant augmente progressivement avec l'augmentation de l'épaisseur du film. Pour des couches de diamant épaisses (> 100µm), la taille importante des grains de diamant fait que la surface du matériau prend un aspect gris scintillant, de plus en plus scintillant avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche. Après désolidarisation du film de diamant du substrat, il est donc possible d'obtenir des films de diamant polycristallin autoportants de grandes surfaces synthétisés par la méthode CVD. Après polissage, ces fenêtres en diamant peuvent par exemple être utilisées comme fenêtre optique dans différentes applications et elles offrent une bonne qualité de transparence.

[0012] Il est également possible de synthétiser des monocristaux de diamant de grande taille (plusieurs centimètres carrés), soit à partir d'un germe de diamant unique, soit à partir d'une mosaïque composite de germes de diamant monocristallin, grâce à la méthode CVD en activant par plasma un mélange gazeux contenant au moins un précurseur de carbone et de l'hydrogène. Cette méthode permet d'assurer la croissance rapide d'une couche monocristalline de diamant transparente de grande qualité et sur une surface de plusieurs centimètres carrés.

[0013] La présente invention concerne également une montre munie d'un ou plusieurs de ces cadrans fabriqués en diamant.

[0014] Sur la base de ce qui précède, la présente invention a pour but de décrire l'utilisation de ces films de diamant polycristallin ou monocristallin transparents à des fins décoratives en tant que cadran de montre.

Brève description des dessins

[0015] D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence au dessin annexé dans lequel la figure 1 représente schématiquement plusieurs exemples de synthèse d'une couche de diamant libre de tout support (autoportante) et son utilisation en tant qu'élément de base d'un cadran de montre.

Mode de réalisation de l'invention

[0016] De nombreux matériaux sont utilisés dans leur version massive ou en couches minces pour fabriquer des cadrans de montres destinés au segment de la haute horlogerie.

[0017] La recherche de nouvelles solutions pour l'horlogerie de haut de gamme a révélé que l'utilisation des couches de diamant produites par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) est particulièrement intéressante à la constitution de cadrans de montres esthétiques aux propriétés variées destinées aux montres des segments de haut de gamme.

[0018] Ces couches de diamant peuvent être polycristallines et déposées sur un substrat. Elles sont dans ce cas obtenues par dépôt chimique en phase vapeur avec une activation de la phase gazeuse qui peut être réalisée par plasma microonde, filament chaud ou tout autre mode d'activation, par croissance du film de diamant sur un substrat pouvant être de natures variées, après que celui-ci ait étéensemencé à l'aide de particules nanométriques de diamant.

[0019] Ces couches polycristallines de diamant peuvent ensuite être désolidarisées de leur substrat pour être rendues autoportantes, c'est-à-dire sans substrat et donc maintenue seulement par leur propre structure. Pour obtenir ce type de couche autoportante, on peut par exemple préparer un substrat en silicium plan. La face supérieure de ce substrat étant polie, elle est revêtue d'une couche de diamant polycristallin par dépôt chimique en phase vapeur. Au cours de cette opération de dépôt une couche de diamant polycristallin croît à la surface du silicium jusqu'à l'épaisseur désirée. Une fois l'épaisseur désirée atteinte, la couche de diamant polycristallin est alors polie et, le cas échéant, mise aux dimensions finales. La couche de diamant polycristallin est enfin désolidarisée du substrat, par exemple par élimination chimique du substrat. La lame de diamant ainsi réalisée est bien entendu complètement transparente dans le spectre visible après polissage.

[0020] Il est également possible de produire des lames de diamant monocristallin par dépôt chimique en phase vapeur, par croissance homoépitaxiale du film de diamant monocristallin à partir de germes de diamant. Cette croissance est suivie des nécessaires opérations de découpes du substrat ayant servi de précurseur (germe) et de polissages permettant d'obtenir une pièce de diamant monocristallin de forme et dimensions adaptées à l'utilisation prévue. La synthèse de ces monocristaux de diamant de grande taille est possible, soit à partir d'un germe de diamant unique, soit à partir d'une mosaïque composite de germes de diamant monocristallin, grâce à la méthode de dépôt chimique en phase vapeur (CVD) en activant par plasma un mélange gazeux contenant au moins un précurseur de carbone et de l'hydrogène. Cette méthode permet d'assurer la croissance rapide d'une couche monocristalline de diamant de grande qualité et sur une surface de plusieurs centimètres carrés (entre 1 et 20 cm²).

[0021] Ces différentes croissances sont suivies des nécessaires opérations de découpes et d'éventuels polissages et autres post-traitements permettant d'obtenir une pièce de forme et dimensions parfaitement adaptées à son utilisation en tant que cadran de montre. Cette étape de mise aux dimensions est par exemple réalisée par usinage laser.

[0022] La présente invention a également pour objet un boîtier de montre caractérisé en ce que ce boîtier comporte un cadran qui est constitué entièrement ou partiellement d'une couche de diamant synthétisé par dépôt chimique en phase vapeur.

[0023] Selon l'invention, on peut aussi synthétiser une couche polycristalline ou monocristalline de diamant sur un substrat plan 1, 2 ou 3. Un tel substrat peut être réalisé en un matériau choisi parmi les matériaux suivants : silicium et composés à base de silicium, diamant, métaux réfractaires et dérivés, métaux de transition et dérivés, aciers inoxydables, alliages à base de titane, superalliages, carbures cémentés, polymères, céramiques, verres, oxydes (silice fondue, alumine), semi-conducteurs des colonnes III-V ou II-VI de la classification périodique. La pièce à déposer peut également comporter une base réalisée en un matériau quelconque, revêtue d'une couche mince des matériaux précédemment cités qui définit le substrat pour le dépôt de diamant.

[0024] Une couche polycristalline de diamant sans substrat destinée à la fabrication du cadran C transparent peut être obtenue par une croissance d'une couche de diamant 4 sur un substrat 1 composé d'un des matériaux ci-dessus etensemencé à l'aide de nanoparticules de diamant dans un réacteur CVD à plasma microondes ou à filaments chauds, suivi d'une élimination du substrat ou d'une désolidarisation du film diamant obtenu 5 de son substrat, d'une taille et d'un éventuel polissage du diamant obtenu. L'homme du métier connaît ce type de croissance de diamant, ainsi que les méthodes de libération de la couche de diamant de son substrat et il est inutile de le décrire de manière plus explicite ici.

[0025] Un diamant monocristallin transparent de grande dimension destiné à la fabrication du cadran C parfaitement transparent peut être obtenu par une croissance homoépitaxiale sur un substrat de diamant monocristallin (germe) 2 dans un réacteur CVD à plasma microondes, suivi d'une désolidarisation du diamant obtenu 6 de son germe 2, d'une taille et d'un polissage du diamant obtenu. On obtient ainsi un seul monocristal de diamant. L'homme du métier connaît ce type de croissance de diamant et il est inutile de le décrire de manière plus explicite ici.

[0026] Un diamant monocristallin transparent de grande dimension peut aussi être obtenu par croissance de diamant en phase vapeur à partir une mosaïque de substrats monocristallins carrés juxtaposés 3. Cette mosaïque composite de diamant monocristallin est assemblé à partir d'une pluralité de substrats de diamant monocristallins ayant des orientations de plans uniformes, disposés côte à côte et intégrés dans l'ensemble par croissance de monocristaux de diamant sur ceux-ci par synthèse en phase vapeur. Ces monocristaux de diamant juxtaposés en mosaïque sont ensuite mis à croître par synthèse en phase vapeur de façon qu'un monocristal de diamant ayant crû à partir dudit seul substrat de diamant

recouvre les monocristaux de diamant ayant crû sur les autres substrats, pour atteindre une intégration dans l'ensemble 7. Un procédé de ce type est décrit dans le brevet n° EP1553215. La phase de croissance est suivie d'une désolidarisation du diamant obtenu 8 de son germe mosaïque composite 3 pour éliminer le substrat, d'une taille et d'un polissage. Dans une approche cristallographique rigoureuse, le diamant ainsi obtenu est un cristal unique, même si l'appellation de diamant monocristallin peut être objectée, en raison de défauts cristallographiques présents au niveau des jonctions entre les éléments formant la mosaïque.

[0027] Ce diamant monocristallin de grande dimension peut bien entendu aussi être obtenu par tout autre procédé ou moyen permettant de le fabriquer.

[0028] La couche de diamant peut-être de structure monocristalline ou polycristalline et son épaisseur supérieure à 100µm.

[0029] Selon un exemple particulier, on utilise un substrat en silicium monocristallin que l'on aensemencé à l'aide de nanodiamant par une méthode de l'état de l'art. Une couche de 500µm de diamant polycristallin a ensuite été déposée en utilisant la méthode de dépôt chimique en phase vapeur assistée par plasma microonde au moyen d'une installation prévue à cet effet. A l'issue de la croissance de la couche de diamant, le substrat en silicium est dissout en utilisant une méthode de l'état de l'art, afin de récupérer le film de diamant autoportant, libre du substrat ayant servi de support durant sa croissance.

[0030] Le film autoportant de diamant de 500µm d'épaisseur ainsi obtenu est translucide et il présente un aspect scintillant lié à sa constitution faite de cristaux de diamant de l'ordre de 75µm. Ce film est utilisé tel quel pour réaliser un cadran en diamant présentant les particularités d'être transparent et scintillant.

[0031] Ce film de diamant autoportant de 500µm d'épaisseur peut aussi être poli de façon à atteindre une rugosité de surface inférieure à 0.01µm. Le film de diamant ainsi obtenu est alors utilisé pour produire un cadran en diamant parfaitement transparent qui permet de visualiser le mécanisme de la montre par transparence.

[0032] Dans le cas du cadran C, la forme est circulaire, mais le cadran peut bien entendu prendre toute forme parallélépipédique ou libre, ainsi qu'être éventuellement non plan, par exemple bombé ou creux, ou encore une combinaison de ces variantes.

[0033] Bien que la présente invention ait été décrite plutôt en relation avec un exemple particulier de cadran C utilisant une couche de diamant produit par CVD, il est cependant clair qu'elle n'est pas limitée auxdits exemples et qu'elle est susceptible de nombreuses variantes et modifications sans sortir de son cadre. Par exemple, les cadrans de montres réalisés selon l'invention pourraient être de formes plus complexes, ou comporter par exemple, mais de façon non limitative, toutes sortes de pièces rapportées, gravures, dépôts de matières en couches minces, etc. représentant par exemple mais de façon non limitative des chiffres, lettres, symboles, dessins ou autres. De même, le cadran C peut contenir ou supporter tous types de cadrans miniatures, aiguilles, fenêtre de date, ou tout autre dispositif ou mécanisme.

[0034] L'épaisseur totale du cadran C selon l'invention sera en général comprise entre 0,05 et 5 mm.

Revendications

1. Cadran de montre caractérisé en ce qu'il est formé d'un film de diamant autoportant.
2. Cadran de montre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une couche de diamant polycristallin ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres, de préférence entre 0.1 et 3 millimètres.
3. Cadran de montre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un seul monocristal de diamant sur un substrat ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres, de préférence entre 0.1 et 3 millimètres.
4. Procédé de réalisation d'un cadran de montre selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le cadran est réalisé par croissance de diamant monocristallin sur un substrat, par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), puis traitement pour éliminer le substrat et obtenir un film de diamant.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le substrat est une mosaïque composite de diamant monocristallin assemblée à partir d'une pluralité de substrats de diamant monocristallins, et en ce que le film a une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres.
6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le substrat est un substrat unique de diamant monocristallin, et en ce que, le film a une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres, de préférence entre 0.1 et 3 millimètres.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le cadran est réalisé par croissance de diamant polycristallin sur un substrat par dépôt chimique en phase vapeur CVD, avec une activation de la phase gazeuse, puis traitement pour obtenir un film de diamant et éliminer le substrat, le film ayant une épaisseur comprise entre 0.05 et 5 millimètres, de préférence entre 0.1 et 3 millimètres.
8. Montre caractérisée en ce qu'elle comporte un cadran selon l'une des revendications 1 à 3.

