

①9



CONFÉDÉRATION SUISSE

INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

①1 CH 691 060 A5

⑤1 Int. Cl.⁷: C 08 J 007/04
C 23 C 016/27
C 08 J 005/00

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

①2 FASCICULE DU BREVET A5

②1 Numéro de la demande: 02215/96

②2 Date de dépôt: 11.09.1996

③0 Priorité: 18.09.1995 FR 95/10902

②4 Brevet délivré le: 12.04.2001

④5 Fascicule du brevet publiée le: 12.04.2001

⑦3 Titulaire(s):
CSEM Centre Suisse d'Electronique
et de Microtechnique, rue Jacques-Droz 1,
2007 Neuchâtel (CH)

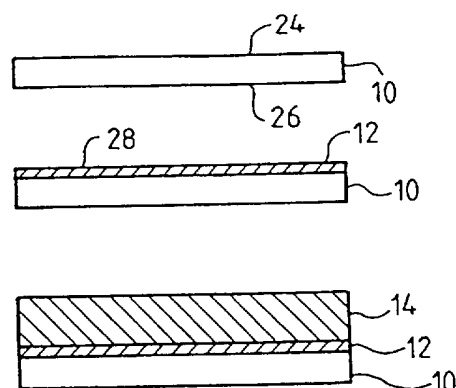
⑦2 Inventeur(s):
Werner Hänni, rue du Stand 17,
2034 Peseux (CH)
Philippe Regnault, Bellevaux 10,
2000 Neuchâtel (CH)

⑤4 Procédé d'obtention d'une couche de diamant sur un support et produit ainsi obtenu.

⑤7 L'invention concerne un procédé pour obtenir une couche de diamant sur un support en matière plastique telle que du polyacrylique ou du polyméthyle méthacrylate.

L'invention réside dans le fait que la couche de diamant (12) est d'abord déposée sur un substrat (10) de silicium dont l'une (24) des faces (24, 26) a été traitée pour présenter la configuration inverse de celle qui est recherchée pour la couche. La couche de support en matière plastique (14) est ensuite déposée sur la face libre (28) de la couche de diamant (12) puis le substrat (10) est enlevé en tout ou partie pour faire apparaître l'autre face de la couche de diamant opposée à celle en contact avec la couche plastique.

L'invention est par exemple applicable aux lentilles de contact, aux fibres optiques, micro-composants optiques, etc. ...



Description

La présente invention concerne les techniques de dépôt de couches de diamant et, plus particulièrement, un procédé pour obtenir une couche de diamant ayant une forme et une épaisseur appropriées sur un support du type plastique transparent ou non tel que de polyacrylique ou du polyméthyle méthacrylate.

Il existe de nombreuses applications dans lesquelles il est nécessaire de revêtir une surface en matériau plastique d'une couche en matériau très dur tel que du diamant, cette couche de diamant devant avoir, en outre, une configuration adaptée à son usage.

Un tel revêtement de diamant améliore sensiblement les propriétés tribologiques des pièces plastiques, ce qui est appréciable dans le cas où ces pièces sont en mouvement relatif par rapport à d'autres pièces. Il en est particulièrement ainsi pour les composants ou micro-composants optiques, tels que des microlentilles, micro-prismes, réseaux diffractants, etc. ...

Le dépôt direct d'une couche de diamant sur de la matière plastique est difficile sinon impossible car la température à laquelle doit s'effectuer le dépôt est de l'ordre de 500°C à 900°C alors que la matière plastique fond à partir de 150°C-200°C.

Un but de la présente invention est donc de mettre en œuvre un procédé de dépôt d'une couche de diamant qui permet d'obtenir une pièce en matière plastique ou autre revêtue en tout ou partie d'une couche de diamant.

Un autre but de la présente invention est également de mettre en œuvre un procédé de dépôt d'une couche de diamant sur une pièce en matière plastique ou autre ayant la forme requise pour son usage final.

L'invention concerne un procédé d'obtention d'une couche de diamant sur un support de type matière plastique, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes:

- fabrication d'un substrat dont au moins une des faces présente une forme inverse de celle de la couche de diamant à obtenir,
- dépôt d'une couche de diamant sur la face conformationnée du substrat suivant une épaisseur et une morphologie déterminées,
- dépôt d'une couche de matière plastique sur la face libre de la couche de diamant, et
- enlèvement de tout ou partie du substrat pour faire apparaître tout ou partie de la surface de la couche de diamant en contact avec le substrat.

Le substrat peut être en silicium, oxyde de silicium, nitrure de silicium, molybdène ou tout autre matériau adéquat et son épaisseur peut être comprise entre 150 micromètres et plusieurs millimètres.

La couche de diamant peut avoir une épaisseur de 50 nanomètres à quelques dizaines de micromètres et est, par exemple, déposée selon le procédé de dépôt chimique de carbone en phase vapeur dans une gamme de températures comprises entre 500°C et 900°C.

La matière plastique peut être tout matériau ther-

modéformable tel que du polyacrylique, du polyméthyle méthacrylate, du polyester.

Afin d'améliorer l'accrochage de la matière plastique sur la couche de diamant, l'invention propose également de faire précéder le dépôt de la matière plastique d'une opération de modification atomique de la surface hydrogénée de la face libre de la couche de diamant.

Cette opération ayant pour but de remplacer la liaison hydrogène du carbone par des groupes carboxydes, des groupes d'amines ou des molécules d'hydrocarbures selon le matériau à déposer ensuite.

La matière plastique peut aussi être déposée sur la surface de la face de la couche de diamant en contact avec le substrat après enlèvement de ce dernier. Dans ce cas également, le dépôt de la matière plastique peut aussi être précédé d'une opération de modification atomique de la surface hydrogénée de la face de la couche de diamant en contact avec le substrat.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de mise en œuvre du procédé, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels:

- les fig. 1-A à 1-D montrent schématiquement les différentes opérations du procédé selon l'invention,

- les fig. 2-A et 2-B montrent schématiquement une variante du procédé selon l'invention, et

- les fig. 3-A, 3-B et 3-C montrent schématiquement différentes formes de couches de diamant qui peuvent être obtenues.

Sur les figures, les références identiques désignent les mêmes éléments.

Pour obtenir une pièce 30 (fig. 1-D) qui comprend une couche de diamant 12 sur un support 14 en matière tel que du polyacrylique ou du polyméthyle méthacrylate, le procédé comprend les opérations suivantes:

- fabrication d'un substrat 10 en un matériau qui permet de déposer du diamant; ce substrat 10 présente deux faces planes opposées 24 et 26 dont l'une (24) a été traitée en fonction des caractéristiques de l'une des surfaces de la couche de diamant à obtenir;

- dépôt de la couche de diamant 12 sur la face 24, éventuellement traitée, du substrat 10 suivant une épaisseur et une morphologie qui sont déterminées en fonction de l'utilisation de la couche de diamant;

- dépôt d'une matière plastique ou autre 14 sur la face libre 28 de la couche de diamant 12, et

- enlèvement de tout ou partie du substrat 10 pour faire apparaître tout ou partie de la surface de la couche de diamant 12 en contact avec le substrat 10.

On obtient ainsi une pièce qui comprend une couche de diamant 12 supportée par une couche de matière plastique 14.

Le matériau du substrat 10 est, par exemple, du silicium, de l'oxyde de silicium, du nitrure de silicium, du molybdène ou tout autre matériau adé-

quat. L'épaisseur du substrat 10 peut varier de 150 micromètres à plusieurs millimètres.

Le procédé employé pour déposer la couche de diamant est, par exemple, le dépôt chimique de carbone en phase vapeur, plus connu sous l'acronyme anglo-saxon C.V.D. pour Chemical Vapour Deposition, la température étant comprise entre 500°C et 900°C.

L'épaisseur de la couche de diamant peut varier de 50 nanomètres à plusieurs dizaines de micromètres.

La matière plastique qui est déposée sur la couche de diamant est, comme indiquée ci-dessus, de préférence un polyacrylique, un polyméthyle méthacrylate (P.M.M.A.) ou un polyester mais peut être tout autre matériau plastique thermo-déformable ou pouvant être coulé. On utilise un monomère qui peut être déposé à l'état liquide à une température de 150°C à 200°C sous forme de film mince par coulage ou sous forme de couche d'épaisseur contrôlée par centrifugation.

Le matériau de la couche mince ou épaisse est ensuite polymérisé par apport d'énergie obtenu par traitement thermique et/ou irradiation aux ultraviolets. On peut aussi utiliser un mélange contenant un durcisseur catalyseur dans le cas de résines époxy et de polyesters.

Dans le cas du polyméthyle méthacrylate, connu sous l'acronyme PMMA, on peut utiliser des feuilles épaisses de quelques millimètres qui sont thermo-déformables. Le procédé de moulage est par exemple décrit dans un article de la revue «OPTIK» 89, N° 3 (1992) 98-100 intitulé «Replication of diffractive microoptical elements using a PMMA molding technique» par J. JAHNS, K. H. BRENNER, W. DASCHENER, C. DOUBRAVA, T. MERKLEIN.

Un procédé semblable à celui pour le dépôt du polyméthyle méthacrylate peut être utilisé pour le polyacrylique.

Dans une variante, le procédé comprend, en outre, une opération de dépôt d'une deuxième couche plastique ou autre 16 sur la face de la couche de diamant 12 qui était en contact avec le substrat 10 et le produit obtenu est celui de la fig. 2-A.

Dans une autre variante selon la fig. 2-B, il est procédé à l'enlèvement de la couche plastique 14 de manière à faire apparaître la face libre 28 de la couche de diamant 12.

Cet enlèvement du substrat 10 dans le cas du silicium, de l'oxyde de silicium ou du nitrure de silicium peut être obtenu par attaque chimique d'une solution aqueuse à 40/50% de KOH à une température de 80°C environ.

Afin d'améliorer l'accrochage de la matière plastique sur l'une et/ou l'autre face de la couche de diamant 12, le procédé selon l'invention comprend une opération de modification atomique de la surface d'une et/ou des deux faces sur la couche de diamant sur lesquelles sera déposée la matière plastique du support. Cette modification atomique consiste à substituer aux atomes d'hydrogène d'une des quatre liaisons du carbone d'autres atomes ou molécules qui facilitent l'accrochage de la matière plastique. Ces atomes ou molécules de substitution sont, par exemple, l'oxygène, le fluor, les groupes

du type OH, NH, les groupes d'amines ou encore les molécules d'hydrocarbures ou carboxydes.

La face 24 du substrat est, au cours de sa fabrication, traitée pour obtenir les qualités de surface voulues pour la face 32 de la couche de diamant 12 qui sera en contact avec elle.

Le dépôt de la couche de diamant 12 sera réalisé pour obtenir, d'une part, l'épaisseur souhaitée et, d'autre part, la morphologie désirée des atomes de carbone constituant la couche de diamant 12 et donc de l'état de surface de la face 28.

Dans les fig. 1 et 2, la face 24 du substrat 10 est plane mais il est clair qu'elle peut avoir toutes les formes en vue d'obtenir une couche de diamant 12 ayant la forme recherchée. Dans ce cas, le substrat 10 joue le rôle d'un moule.

C'est ainsi que s'il est souhaité d'avoir une forme convexe (ou concave) de la couche de diamant 12, le substrat 16 sera traité pour avoir une forme concave 18 (fig. 3-A) ou convexe 20 (fig. 3-B).

Bien entendu, la face 24 peut être traitée pour avoir, en tant que moule, toutes les formes recherchées dans les trois dimensions.

C'est ainsi que la surface de la face 24 peut être traitée de manière connue comme le montre la fig. 3-C pour avoir des cavités 22 ayant des dimensions de un à quelques dizaines de nanomètres, ce qui permet d'obtenir, après dépôt de diamant et enlèvement du substrat 16, une couche de diamant qui présente des pointes dont le rayon de courbure est inférieur à quelques dizaines de nanomètres.

Revendications

1. Procédé d'obtention d'une couche de diamant (12) sur un support de type matière plastique, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes:

— fabrication d'un substrat (10) dont au moins une des faces (24, 26) présente une forme inverse (18, 20; 22) de celle de la couche de diamant (12) à obtenir,

— dépôt d'une couche de diamant (12) sur la face conformée du substrat (10) suivant une épaisseur et une morphologie déterminées,

— dépôt d'une première couche de matière plastique (14) sur la face libre (28) de la couche de diamant (12), et

— enlèvement de tout ou partie du substrat (10) pour faire apparaître tout ou partie de la surface (32) de la couche de diamant (12) en contact avec le substrat (10).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, l'opération de dépôt d'une deuxième couche de matière plastique (16) sur la face (32) de la couche (12) de diamant déposé.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, l'opération d'enlèvement de la première couche (14) de matière plastique qui a été déposée sur la face (28) de la couche (12) de diamant.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le dépôt de la couche de matière plastique (14, 16) est précédé d'une opération

de modification atomique de la surface hydrogénée de la face libre (24, 26) de la couche de diamant pour substituer aux atomes d'hydrogène d'autres atomes ou molécules de manière à améliorer l'accrochage de la matière plastique.

5

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les atomes ou molécules de substitution sont de l'oxygène, du fluor, des amines, des molécules ou groupes d'amines, d'hydrocarbures ou de carboxydes.

10

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 5, caractérisé en ce que le dépôt de la couche (12) de diamant est obtenu par dépôt chimique en phase vapeur.

7. Produit obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend:

15

- un support (14 ou 16) en matière plastique,
- une couche (12) de diamant dont une des faces (28 ou 32) est intimement liée avec ledit support (14 ou 16), ladite couche (12) de diamant ayant une forme et un état de surface appropriés à l'usage final dudit produit.

20

8. Produit selon la revendication 7, caractérisé en ce que la matière plastique est du polyacrylique.

25

9. Produit selon la revendication 7, caractérisé en ce que la matière plastique est du polyméthyle méthacrylate.

10. Produit selon la revendication 7, caractérisé en ce que la matière plastique est du polyester.

30

35

40

45

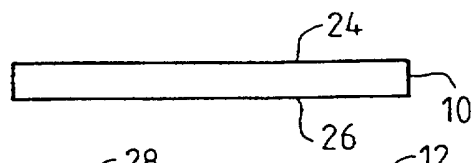
50

55

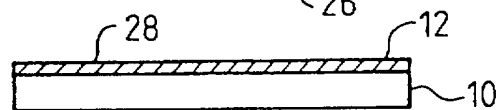
60

65

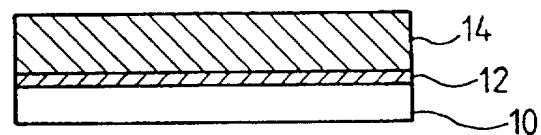
FIG_1A



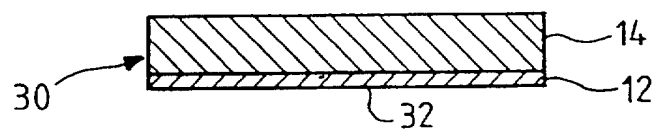
FIG_1B



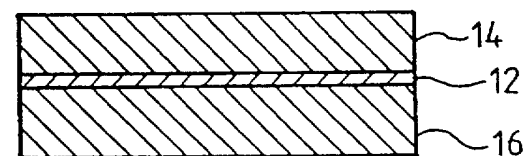
FIG_1C



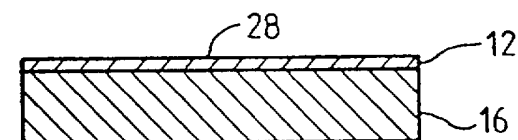
FIG_1D



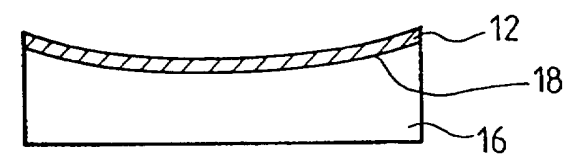
FIG_2A



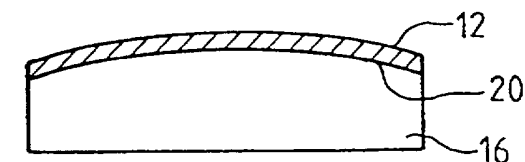
FIG_2B



FIG_3A



FIG_3B



FIG_3C

