

**CONFÉDÉRATION SUISSE**  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(19)

**Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(11) **CH**

**714 482 A2**

(51) Int. Cl.:	<b>G04B</b>	<b>19/10</b>	<b>(2006.01)</b>
	<b>G04D</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>
	<b>B44C</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>
	<b>B33Y</b>	<b>80/00</b>	<b>(2015.01)</b>
	<b>G04B</b>	<b>45/02</b>	<b>(2006.01)</b>

**(12) DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01577/17

(22) Date de dépôt: 20.12.2017

(43) Demande publiée: 28.06.2019

(71) Requérant:  
ETA SA Manufacture Horlogère Suisse,  
Schild-Rust-Strasse 17  
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeur(s):  
Brice Raillard, 2502 Bienne (CH)  
Christophe Emmenegger, 1730 Ecuvillens (CH)  
Frédéric Jeanrenaud, 2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

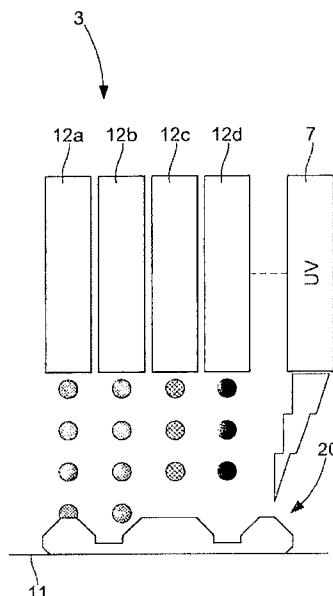
(74) Mandataire:  
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,  
Faubourg de l'Hôpital 3  
2001 Neuchâtel (CH)

**(54) Procédé de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel.**

(57) L'invention concerne un procédé de fabrication d'un cadran (11) comprenant au moins un élément tridimensionnel, le procédé comprenant les étapes suivantes:

- génération par une unité de contrôle d'au moins une instruction de pilotage d'un dispositif d'impression (3) visant à reproduire une représentation graphique numérique de référence relative audit cadran (11) pourvu d'au moins un élément tridimensionnel, et
- construction par le dispositif d'impression (3) d'au moins deux couches superposées comprenant des particules imprimées sur un élément de support formant ledit cadran (11), et
- retrait du cadran (11) dudit élément de support.

L'invention concerne également une pièce d'horlogerie comportant un tel cadran.



## Description

### DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel et un système mettant en œuvre un tel procédé.

[0002] L'invention concerne également un tel cadran ainsi qu'une pièce d'horlogerie pourvue de ce cadran. L'invention porte aussi sur un programme d'ordinateur.

### ART ANTÉRIEUR

[0003] Dans l'état de la technique, les cadrants de pièces d'horlogerie sont en général plans avec comme seuls éléments tridimensionnels des appliques telles que les chiffres des heures ainsi que des indexés disposés à intervalles réguliers autour de la périphérie de ces cadrants afin de faciliter la lecture de l'heure par rapport à la position angulaire des aiguilles. La réalisation d'appliques et d'indexés reste un procédé complexe et leur pose sur un cadran une opération fastidieuse.

[0004] Il existe néanmoins différents procédés de fabrication de cadrants comportant des éléments tridimensionnels qui ont l'avantage de palier les inconvénients susmentionnés.

[0005] A titre d'exemple, on connaît le document EP 2 452 231 qui divulgue un procédé de fabrication d'un cadran pourvu d'éléments tridimensionnels au moins partiellement revêtus d'une couche de décoration. Le procédé consiste à former le cadran, puis à modifier sélectivement l'état de surface du cadran afin de localement changer son adhérence par rapport à la couche de décoration. La couche de décoration est ensuite déposée directement sur tout le cadran et enfin les parties de la couche déposée qui n'ont pas adhérées au cadran sont ôtées.

[0006] On connaît également le document EP 2 370 865 qui décrit procédé de fabrication d'un cadran pourvu d'éléments tridimensionnels consistant à réaliser un masque sur un cadran d'une pièce d'horlogerie d'une épaisseur correspondant à l'épaisseur souhaitée des éléments tridimensionnels destinés à décorer ce cadran, et présentant au moins une ouverture. Ce masque est ensuite placé contre le cadran avec l'ouverture disposée à l'endroit de la partie du cadran à décorer afin de remplir par formage à chaud l'ouverture du masque avec un matériau au moins partiellement amorphe. Enfin le masque est retiré afin d'obtenir l'élément tridimensionnel sur le cadran de cette pièce d'horlogerie.

[0007] Toutefois, ces deux procédés sont relativement complexes à réaliser du fait du nombre important d'opérations nécessaires à leur mise en œuvre et des différents types d'outillage qu'ils requièrent.

[0008] Par ailleurs, on notera que le procédé de fabrication de manière conventionnelle d'une ébauche de cadran, sur laquelle sont appliqués des éléments tridimensionnel, implique en général plusieurs opérations. Une plaque de cadran, par exemple en aluminium ou en laiton, est d'abord étampée afin de découper le contour extérieur, le trou central et selon le type de mouvement le ou les guichets de l'ébauche de cadran. Il s'ensuit une opération d'adoucissement à l'aide d'un papier abrasif afin de supprimer les résidus d'usinage, une opération de ponçage de la surface puis une opération de polissage à l'aide de brosses équipées de disque de coton afin d'obtenir une surface parfaitement lisse.

[0009] A l'instar des procédés de fabrication tels que décrits dans les documents EP 2 370 865 et EP 2 452 231, la réalisation d'une ébauche de cadran selon le procédé de fabrication conventionnel à l'inconvénient de requérir différents types d'outillage et un savoir-faire qui nécessite une main-d'œuvre qualifiée avec une répercussion évidente sur les coûts de productions.

### RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0010] Un but de la présente invention est par conséquent de proposer un procédé qui permet la fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel tel qu'un élément décoratif ou un motif en relief défini sur une surface de ce cadran de manière rapide et simple et qui contribue aussi à améliorer la production à grande échelle de manière automatique et économique de tels cadrants.

[0011] Dans ce dessein, l'invention porte sur un procédé de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel, le procédé comprenant les étapes suivantes:

- génération par une unité de contrôle d'au moins une instruction de pilotage d'un dispositif d'impression visant à reproduire une représentation graphique numérique de référence relative audit cadran pourvu d'au moins un élément tridimensionnel, et
- construction par le dispositif d'impression d'au moins deux couches superposées comprenant des particules imprimées sur un élément de support formant ledit cadran, et
- retrait du cadran dudit élément de support.

[0012] Ainsi grâce à ces caractéristiques, le procédé de fabrication permet de réaliser un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel en un nombre réduit d'opérations qui sont d'une mise en œuvre simple et rapide.

[0013] Dans d'autres modes de réalisation:

- l'étape de construction comprend une sous-étape de réalisation d'une ébauche de cadran comportant la phase d'application d'au moins une couche de particules sur l'élément de support et la phase de traitement de ladite au moins une couche de particules imprimées;
- l'application d'au moins une couche de particules est réalisée de manière continue sur l'élément de support afin d'obtenir une ébauche de cadran de forme pleine;
- l'application de particules imprimées est réalisée de manière discontinue sur l'élément de support afin d'obtenir une ébauche de cadran de type squelette;
- l'étape de construction comprend une sous-étape de réalisation d'au moins un élément tridimensionnel comportant la phase d'application sélective, d'au moins une couche d'au moins une particule sur ladite ébauche de cadran et la phase de traitement de ladite au moins une couche d'au moins une particule;
- l'application d'au moins une couche d'au moins une particule est réalisée de manière discontinue sur ladite ébauche de cadran;
- les phases d'application prévoient une exécution par l'unité de contrôle de ladite au moins une instruction de commande comprenant des données descriptives de couches constitutives de ladite représentation graphique numérique de référence devant être reproduite;
- les phases d'application prévoient le dépôt d'au moins une encre comprenant ladite au moins une particule;
- ladite encre comprend un fluide transportant ladite au moins une particule ou des particules, le fluide étant choisi parmi un solvant, un polymère viscoélastique, une huile, de l'eau et/ou une solution aqueuse;
- les phases de traitement comprennent une sous-phase de fixation de ladite couche sur l'ébauche de cadran ou sur l'élément de support;
- la phase de fixation prévoit une exposition de la couche à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet ou encore infrarouge, et
- la particule est comprise dans une encre telle qu'une encre colorée comprenant des particules pigmentées ou colorées, ou une encre incolore ou transparente ou translucide comprenant des particules incolores ou transparentes ou translucides, ou une encre fonctionnelle comprenant des particules fonctionnelles.

**[0014]** L'invention porte aussi sur un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel susceptible d'être obtenu à partir d'un tel procédé.

**[0015]** Avantageusement, le cadran forme avec ledit au moins un élément tridimensionnel une pièce monobloc.

**[0016]** L'invention, porte également sur une pièce d'horlogerie comportant au moins un tel cadran.

**[0017]** L'invention porte aussi sur un système de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel mettant en oeuvre le procédé, le système comprenant un dispositif d'impression et une unité de contrôle, ledit dispositif d'impression étant connecté à ladite unité de contrôle.

**[0018]** Avantageusement, l'unité de contrôle comprend des ressources matérielles et logicielles, lesdites ressources matérielles comprenant des éléments de mémoire comportant au moins une représentation graphique numérique de référence relative au cadran à fabriquer et des données descriptives relatives à ladite au moins une représentation graphique numérique de référence.

**[0019]** L'invention porte également sur un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé lorsque ledit programme est exécuté par une unité de contrôle.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

**[0020]** D'autres caractéristiques et avantage de la présente invention apparaîtront à la lecture de plusieurs formes de réalisation données uniquement à titre d'exemples non limitatifs et faites en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- |            |  |
|------------|--|
| la fig. 1  | est une représentation schématique relative à un système de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel, selon un mode de réalisation de l'invention;                 |
| la fig. 2  | est un logigramme relatif à un procédé de fabrication d'un cadran comprenant au moins un élément tridimensionnel, selon le mode de réalisation de l'invention;                                   |
| la fig. 3  | est une représentation schématique d'une pièce d'horlogerie comprenant au moins un cadran, selon le mode de réalisation de l'invention;  |
| la fig. 4  | représente une vue schématique d'un dispositif d'impression du système apte à participer à la construction d'une ébauche de cadran de forme pleine, selon le mode de réalisation de l'invention; |
| la fig. 5A | représente une vue schématique du dispositif d'impression du système apte à participer à la construction d'une ébauche de cadran de type squelette, selon le mode de réalisation de l'invention; |

- la fig. 5B représente une vue de dessus de l'ébauche de cadran de type squelette, selon le mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 5C représente une vue en coupe de la fig. 5B selon l'axe A–A, selon le mode de réalisation de l'invention, et
- la fig. 6, 7, 8 et 9 représentent chacune une vue d'un exemple de cadran obtenu, selon le mode de réalisation de l'invention.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

**[0021]** En référence aux fig. 1 et 3, le système de fabrication d'un cadran 11 d'une pièce d'horlogerie 40 comprenant au moins un élément tridimensionnel 30, comporte une unité de contrôle 2 et un dispositif d'impression 3. Le cadran 11 peut être par exemple un cadran de forme pleine ou encore un cadran de type squelette. Le cadran ainsi que l'élément tridimensionnel 30 qu'il comprend, peuvent être en couleur, multicolore, monochrome, transparent ou translucide. L'élément tridimensionnel 30 peut comprendre un chiffre arabe ou romain, un index ou encore une applique agencé sur la périphérie du cadran.

**[0022]** Dans ce système 1, l'unité de contrôle 2 est connectée au dispositif d'impression 3 afin notamment d'assurer le pilotage de ce dispositif 3. L'unité de contrôle 2 peut être une ordinateur ou encore un microcontrôleur en comprenant des ressources matérielles et logicielles en particulier au moins un processeur 4 coopérant avec des éléments de mémoire 5. Cette unité de contrôle 2 est apte à exécuter des instructions pour la mise en œuvre d'un programme d'ordinateur.

**[0023]** Dans cette unité de contrôle 2, les éléments de mémoire 5 comprennent en plus du programme d'ordinateur, des données relatives à au moins une représentation graphique numérique de référence 9a à reproduire relative au cadran 11 ainsi que des données descriptives 9b relatives à ladite au moins une représentation graphique numérique de référence 9a. Une représentation graphique numérique de référence 9a comprend par exemple une représentation graphique tridimensionnelle 3D de référence ou une représentation graphique bidimensionnelle 2D de référence. On notera que la représentation graphique numérique de référence 9a est générée par un module de conception du système 1 qui est relié à l'unité de contrôle 2 pouvant comprendre un dispositif de numérisation bidimensionnelle/tridimensionnelle, ou encore par un outil logiciel exécuté par l'unité de contrôle 2 permettant une modélisation 2D/3D virtuelle à partir de photographies ou d'images, ou permettant encore de concevoir un objet numérique virtuel tridimensionnel (par exemple un logiciel de conception assistée par ordinateur plus connue sous l'acronyme CAO).

**[0024]** Un tel dispositif d'impression 3 visible sur les fig. 1, 4 et 5A, comprend un organe d'impression 6, un organe de fixation 7 et un organe d'entraînement 8. L'organe d'impression 6 comprend plusieurs entités d'impression notamment des cartouches d'impression à jet d'encre chaque cartouche comprenant une tête d'impression 12a à 12d dans le présent mode de réalisation une tête d'impression et au moins un réservoir 12a à 12d à jet d'encre. Dans ces cartouches, l'encre comporte au moins une particule pouvant être comprise dans un fluide. Un tel fluide est prévu pour assurer le transport de cette dite au moins une particule sur le support sur lequel elle doit être déposée ici un élément de support et le cadran formé, lors de son éjection de la cartouche. Un tel fluide peut être tout corps susceptible d'assurer ce transport. Ce fluide peut être choisi de manière non limitative et non exhaustive parmi un solvant, un polymère viscoélastique, une huile, de l'eau et une solution aqueuse. A titre d'exemple, lorsqu'il s'agit d'un polymère viscoélastique, ce fluide est un fluide polymère viscoélastique en phase liquide non polymérisé qui est de préférence photo-polymérisable. On notera que dans une variante, ladite au moins une particule peut être déposée sur ce support sans requérir un tel fluide pour assurer son transport. Les cartouches de cet organe d'impression 6 peuvent comprendre des encres comme par exemple:

- une encre colorée comportant des particules pigmentées ou colorées, ou
- une encre incolore ou transparente ou translucide, telle qu'une laque, comportant des particules incolores ou transparentes ou translucides, ou
- une encre fonctionnelle comportant des particules fonctionnelles et qui est sélectionnée parmi le groupe constitué par une encre électroluminescente, une encre phosphorescente, encre photoluminescente, une encre conductrice, une encre semi-conductrice, une encre électroactive, une encre magnétique, une encre photochrome, encre électrochrome, encre thermochrome, une encre ionochrome et une encre mécanochrome.

**[0025]** Dans ce contexte, une couche constituée d'au moins une particule fonctionnelle et/ou d'au moins une particule colorée ou pigmentée, et/ou d'au moins une particule incolore ou transparente ou translucide, peut présenter de manière non exhaustive et non limitative:

- une couleur blanche uniquement;
- une couleur blanche avec un rendu mat ou brillant par la présence d'au moins une particule incolore ou transparente ou translucide;
- une couleur noire uniquement;
- une couleur noire avec un rendu mat ou brillant par la présence d'au moins une particule incolore ou transparente ou translucide;

– une large gamme de couleurs grâce à la technique de la quadrichromie mettant en œuvre les couleurs fondamentales telles que le cyan, le magenta, le jaune et le noir (appelé système CMJN) permettant de reproduire cette large gamme de couleurs à partir de trois couleurs élémentaires, un bleu-vert appelé cyan, un rouge dit magenta et un jaune aux- quelles on ajoute la couleur noire.

**[0026]** En complément, un tel dispositif d'impression 3 est par ailleurs capable de participer à la fabrication d'un tel cadran 11 avec une résolution faible ou encore avec une résolution élevée pouvant être supérieure ou égale à 2400 dpi (pixels par pouce).

**[0027]** Dans ce dispositif d'impression 3, l'organe d'entraînement 8 est apte à provoquer le déplacement de l'organe d'impression 6 dans différentes directions relativement à un élément de support du système 1 sur lequel est susceptible d'être fabriqué le cadran 11. Cet élément de support qui est apte à défiler devant les têtes d'impression 12a à 12d, peut par exemple revêtir la forme d'une feuille non-adhésive et lubrifiée afin de pouvoir aisément décoller le cadran 11 une fois sa fabrication terminée. S'agissant de l'organe de fixation 7 il est prévu pour assurer la fixation d'une couche d'au moins une particule ou de particules sur l'élément de support, ou sur une première couche ou couche initiale déjà présente sur ce composant horloger 10. Cet organe de fixation 7 comprend un module susceptible d'émettre un rayonnement ultraviolet UV et/ou infrarouge et/ou un flux d'air notamment un flux d'air chaud. Ce module est apte à générer un rayonnement ou un flux d'air sur tout ou partie d'une zone de montage de l'élément de support sur lequel est susceptible d'être édifié le cadran 11. On notera que lorsque les différentes encres évoquées précédemment comprennent un fluide polymère viscoélastique, le module est un module de photo-polymérisation pourvu d'une source de rayonnement ultraviolet UV et qui est donc apte à générer un rayonnement UV sur tout ou partie de la zone de montage de la surface de l'élément de support sur lequel est susceptible d'être édifié le cadran 11.

**[0028]** Un tel système 1 est apte à mettre en œuvre un procédé de fabrication d'un cadran 11 comprenant au moins un élément tridimensionnel 30 représenté sur la fig. 2.

**[0029]** Ce procédé comprend une étape de génération 41 d'au moins une représentation graphique numérique de référence 9a. Lors cette étape 41, cette représentation graphique numérique de référence 9a peut être réalisée à partir d'une numérisation tridimensionnelle ou encore lors de l'exécution par l'unité de contrôle 2 d'un logiciel de modélisation 2D/3D virtuelle ou de conception d'un objet numérique virtuel tridimensionnel (par exemple un logiciel de conception assistée par ordinateur plus connue sous l'acronyme CAO). Une fois générée, cette représentation graphique numérique de référence 9a est archivée sous le format d'un fichier numérique de données dans les éléments de mémoire 5 de l'unité de contrôle 2. Autrement dit, un tel fichier comprend des données d'information relatives à la représentation graphique numérique de référence 9a.

**[0030]** Le procédé prévoit ensuite une étape de détermination 42 de données descriptives 9b relatives à ladite représentation graphique numérique de référence 9a. Une telle étape 42 est mise en œuvre par l'unité de contrôle 2 et permet donc de déterminer des données descriptives 9b qui participent notamment à sélectionner le ou les types d'encres nécessaires à la réalisation du cadran 11 sur la zone de montage de l'élément de support ainsi que la direction de déplacement de l'organe d'impression 6 relativement à la zone de montage. Lors de cette étape 42, un traitement de ce fichier et en particulier des données d'information relatives la représentation graphique numérique de référence 9a, est alors réalisé en mettant en œuvre notamment un processus de division/découpe numérique de cette représentation graphique 9a en au moins deux couches selon une:

- direction transversale qui peut être horizontale, verticale ou oblique;
- direction longitudinale qui peut être horizontale, verticale ou oblique.

**[0031]** Par la suite, lors de ce traitement, l'unité de contrôle 2 détermine des éléments caractéristiques de chaque couche obtenue telles que:

- au moins une dimension de chaque couche, il peut s'agir par exemple pour chaque couche, d'une épaisseur, longueur largueur, surface, un volume, etc.;
- des aspects visuels/esthétiques/structurels c'est-à-dire visuels et/ou esthétiques et/ou structurels de la représentation graphique numérique de référence 9a tels que la couleur et/ou la texture, etc..
- des caractéristiques fonctionnelles physiques et/ou chimiques que devra présenter le cadran 11 pourvu d'au moins un élément tridimensionnel 30 et qui sont liées par exemple à:
  - la conductivité électrique, caractère semi-conducteur ou isolant;
  - la semi-conductivité
  - l'électroluminescence;
  - la photoluminescence (par exemple une réaction à un rayonnement ultraviolet);
  - la phosphorescence,

- «X-chromisme» (photochrome, électrochrome, thermochrome, ionochrome, mécanochrome ...),
- l'électroactivation,
- le magnétisme,
- etc.

**[0032]** Ces éléments caractéristiques de chaque couche constituent les données descriptives 9b relatives à la représentation graphique numérique de référence 9a qui sont archivées dans les éléments de mémoire 5 de l'unité de contrôle 2.

**[0033]** Le procédé de fabrication de ce cadran 11 comprend aussi une étape de sélection 43 de la représentation graphique numérique de référence 9a qui doit être reproduite sur la zone de montage de l'élément de support afin de former le cadran 11 comportant au moins un élément tridimensionnel 30. Lors de cette étape 43 de sélection, il est alors possible de choisir cette représentation graphique numérique de référence 9a à partir d'une interface homme-machine (IHM) reliée à l'unité de contrôle 2.

**[0034]** Le procédé prévoit ensuite une étape de génération 44 par l'unité de contrôle 2 d'au moins une instruction de commande pour le pilotage du dispositif d'impression 3, ladite au moins une instruction visant en la reproduction de la représentation graphique numérique de référence 9a. Cette étape de génération 44 de cette dite au moins une instruction de commande est réalisée à partir des données descriptives 9b relatives aux couches constitutives de la représentation graphique numérique de référence 9a devant être reproduite. Cette dite au moins une instruction comprend des critères de pilotage du dispositif d'impression 3 et notamment de l'organe d'impression 6 et de l'organe de fixation 7. Ces critères comprennent notamment des données relatives à

- une sélection des cartouches comprenant les têtes d'impression 12a à 12d nécessaires à la reproduction de chaque couche de la représentation graphique numérique de référence 9a et ce, en fonction de l'encre qu'elles contiennent, notamment à la reproduction des aspects visuels/esthétiques/structurels et ou des caractéristiques fonctionnelles de chacune de ces couches;
- déplacement de la tête d'impression 12a à 12d de chaque cartouche relativement à la zone de montage de l'élément de support pour la reproduction d'au moins une dimension et/ou des aspects visuels/esthétiques/structurels et/ou des caractéristiques fonctionnelles de chaque couche de la représentation graphique numérique de référence 9a;
- distance et/ou positionnement de la tête d'impression 12a à 12d de chaque cartouche relativement à la zone de montage de l'élément de support pour la reproduction d'au moins une dimension et/ou des aspects visuels/esthétiques/structurels et/ou des caractéristiques fonctionnelles de chaque couche de la représentation graphique numérique de référence 9;
- durée de positionnement de la tête d'impression 12a à 12d de chaque cartouche relativement à la zone de montage de l'élément de support pour la reproduction d'au moins une dimension et/ou des aspects visuels/esthétiques/structurels et/ou des caractéristiques fonctionnelles de chaque couche de la représentation graphique numérique de référence 9a;
- débit d'encre éjectée des têtes d'impression 12a à 12d, notamment le nombre de gouttes éjectées pour la reproduction d'au moins une dimension et/ou des aspects visuels/esthétiques/structurels et/ou des caractéristiques fonctionnelles de chaque couche de la représentation graphique numérique de référence 9a.

**[0035]** Par la suite le procédé comprend une étape de construction 45 par le dispositif d'impression 3 d'au moins deux couches superposées comprenant ensemble des particules imprimées sur l'élément de support, lesdites couches formant le cadran 11 pourvu d'au moins un élément tridimensionnel 30. Chaque particule imprimée est comprise dans l'une des encres fonctionnelle, colorée et/ou incolore/transparente/translucide évoquées précédemment. On notera en effet, qu'une couche peut être formée uniquement à partir d'au moins un type de particule imprimée ou à partir de plusieurs types de particules différentes à savoir des particules fonctionnelles, colorées et/ou incolores/transparentes/translucides imprimées.

**[0036]** Cette étape de construction 45 comprend une sous-étape de réalisation 46 d'une ébauche de cadran 10, 20. Cet ébauche de cadran 10, 20, comporte une surface généralement plane dépourvue par conséquent de relief. Cette sous-étape 46 comprend une phase d'application 47 d'au moins une couche de particules sur la zone de montage de l'élément de support. Cette application de la couche peut être réalisée de manière continue ou discontinue. Ainsi que nous l'avons évoqué précédemment chaque particule peut être une particule fonctionnelle, colorée et/ou incolore/transparente/translucide. On comprend que cette couche peut comprendre plusieurs types de particule différentes ou pas choisir parmi les particules fonctionnelles, colorées ou incolores/translucides/transparentes. En outre, cette sous-étape d'application prévoit une exécution par l'unité de contrôle 2 de ladite au moins une instruction de commande comprenant des données descriptives de ladite représentation graphique numérique de référence 9a devant être reproduite. L'exécution de la dite au moins une instruction permet de contrôler dans le cadre de l'application de cette couche, le dépôt d'au moins une encre comprenant les particules et éventuellement d'autres encres comprenant d'autres particules fonctionnelles, colorées ou incolores/translucides/transparentes. La sous-étape de réalisation 46 comprend ensuite une phase de traitement 48 de ladite au moins une couche de particules succédant directement à la phase d'application 47. Cette phase de traitement 48 de ladite couche de particules comprend une sous-phase de fixation de ladite couche de particules sur l'élément de support. Cette sous-phase de fixation prévoit une exposition de la couche de particules à un flux d'air notamment chaud

et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge. Cette sous-phase de fixation vise ainsi à transformer la couche de particules qui est à l'état pâteux ou liquide en une couche d'au moins une particule imprimée qui est à l'état solide, rigide, élastique, sec, réticulé et/ou infusible. Ainsi le résultat de cette transformation est l'obtention d'une couche de particules imprimées sur l'élément de support. On notera qu'une telle transformation à l'avantage d'être réalisée très rapidement en général en moins d'une seconde.

**[0037]** Plus précisément lors de cette sous-étape de réalisation 46, et en particulier durant le déroulement de la phase d'application 47, l'unité de contrôle 2 exécute ladite au moins une instruction de pilotage comprenant des données descriptives 9b d'une couche constitutive de ladite représentation graphique numérique de référence 9a devant être reproduite. Par la suite, le dispositif d'impression 3 applique une première couche de particules, autrement appelée couche initiale, directement sur la zone de montage de l'élément de support prévue à cet effet en fonction de ladite au moins une instruction de pilotage exécutée.

**[0038]** En référence aux fig. 2 et 4, dans une première variante de cette sous-étape de réalisation 46 visant en l'obtention d'une ébauche de cadran 10 de forme pleine, le dépôt/application sur la zone de montage de la couche de particules est réalisé de manière continue. Autrement dit, dans cette variante, la première couche est alors appliquée de manière continue sur la zone de montage au cours d'un premier passage des têtes d'impression 12a, 12b, 12c, 12d au-dessus de l'élément de support réalisant ainsi une première portion de la hauteur de l'ébauche de cadran 10. Cette première couche de particule subit ensuite la sous-phase de fixation de la phase de traitement 48 lors de laquelle cette première couche est exposée à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge. Selon ladite au moins une instruction de pilotage exécutée, une deuxième couche de particules peut être appliquée de manière continue sur la première couche de particules imprimées sur l'élément de support au cours d'un deuxième passage des têtes d'impression 12a à 12d au-dessus de la zone de montage afin de réaliser une deuxième portion de la hauteur de l'ébauche de cadran 10. Cette deuxième couche de particules subit aussi la sous-phase de fixation de la phase de traitement 48 afin de transformer cette deuxième couche en une deuxième couche de particules imprimées sur la première couche de particules imprimées sur l'élément de support.

**[0039]** Dans cette première variante, les phases d'application et de traitement 47, 48 peuvent être répétées une troisième fois afin d'obtenir une ébauche de cadran 10 dont l'épaisseur est d'environ 0.5 mm afin d'assurer une bonne stabilité mécanique du cadran 11. Cette opération peut également être renouvelée une quatrième, une cinquième voire une sixième fois en fonction de l'épaisseur de l'ébauche de cadran souhaitée. De manière générale l'épaisseur de l'ébauche de cadran plein 10 obtenu par le procédé de fabrication selon l'invention peut varier entre 0.3 mm et 1 mm voire plus. Par conséquent, le nombre de couches de particules imprimées peut varier en fonction de l'épaisseur de l'ébauche de cadran 10. Un nombre minimum de deux couches superposées de particules imprimées est souhaitable pour obtenir une bonne résistante mécanique du cadran 11 bien qu'on ne peut pas exclure qu'une seule couche de particules imprimées offre une résistance mécanique satisfaisante selon les propriétés des encres utilisées.

**[0040]** En référence aux fig. 2 et 5A, dans une deuxième variante de cette sous-étape de réalisation 46 visant en l'obtention d'une ébauche de cadran 20 de type squelette (visible sur les fig. 5B et C), le dépôt/application sur la zone de montage de la couche de particules est réalisé de manière discontinue. Autrement dit, dans cette variante, la première couche est alors appliquée de manière discontinue sur la zone de montage au cours d'un premier passage des têtes d'impression 12a, 12b, 12c, 12d au-dessus de l'élément de support réalisant ainsi une première portion de la hauteur de l'ébauche de cadran 20. Cette première couche de particules subit ensuite la sous-phase de fixation de la phase de traitement 48 lors de laquelle cette première couche est exposée à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge. Selon ladite au moins une instruction de pilotage exécutée, une deuxième couche de particules peut être appliquée de manière discontinue sur la première couche de particules imprimées sur l'élément de support au cours d'un deuxième passage des têtes d'impression 12a à 12d au-dessus de la zone de montage afin de réaliser une deuxième portion de la hauteur de l'ébauche de cadran 20. Cette deuxième couche de particules subit aussi la sous-phase de fixation de la phase de traitement 48 afin de transformer cette deuxième couche en une deuxième couche de particules imprimées sur la première couche de particules imprimées sur l'élément de support.

**[0041]** Dans cette deuxième variante, les phases d'application et de traitement 47, 48 peuvent être répétées une troisième fois afin d'obtenir une ébauche de cadran 20 dont l'épaisseur est d'environ 0.5 mm afin d'assurer une bonne stabilité mécanique du cadran 11. Cette opération peut également être renouvelée une quatrième, une cinquième voire une sixième fois en fonction de l'épaisseur de l'ébauche de cadran 20 souhaitée. De manière générale l'épaisseur de l'ébauche de cadran de type squelette 20 obtenu par le procédé de fabrication selon l'invention peut varier entre 0.3 mm et 1 mm voire plus. Par conséquent, le nombre de couches de particules imprimées peut varier en fonction de l'épaisseur de l'ébauche de cadran 20. Un nombre minimum de deux couches superposées de particules imprimées est souhaitable pour obtenir une bonne résistante mécanique du cadran 11 bien qu'on ne peut pas exclure qu'une seule couche de particules imprimées offre une résistance mécanique satisfaisante selon les propriétés des encres utilisées.

**[0042]** L'étape de construction comprend ensuite une sous-étape de réalisation 49 d'au moins un élément tridimensionnel 30. Cette sous-étape 49 comprend une phase d'application 50 sélective d'une couche d'au moins une particule sur ladite ébauche de cadran 10, 20. Cette application sélective de la dite au moins une couche permet de créer l'élément tridimensionnel 30 de manière à ce qu'il présente un relief par rapport à une surface plane de l'ébauche de cadran 10, 20. Autrement dit, cette application de la couche est réalisée de manière discontinue sur cette ébauche de cadran 10, 20.

Ainsi que nous l'avons évoqué précédemment la particule peut être colorée et/ou fonctionnelle et/ou incolore/translucide/transparente. On comprend que cette couche peut comprendre plusieurs types de particule choisis parmi les particules colorées, fonctionnelles et ou incolores/translucides/transparentes. On notera que ladite au moins une couche déposée sur l'ébauche de cadran 10, 20 peut avoir une épaisseur constante en tout point ou une épaisseur irrégulière. La sous-étape de réalisation 49 comprend ensuite une phase de traitement 51 de ladite au moins une couche d'au moins une particule succédant directement à la phase d'application 50. Cette phase de traitement 51 comprend une sous-phase de fixation de ladite couche d'au moins une particule sur l'ébauche de cadran 10, 20. Cette sous-phase de fixation prévoit une exposition de la couche d'au moins une particule à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge. Cette sous-phase de fixation vise ainsi à transformer la couche d'au moins une particule qui est à l'état pâteux ou liquide en une couche d'au moins une particule imprimée qui est à l'état solide, rigide, élastique, sec, réticulé et/ou infusible. Ainsi le résultat de cette transformation est l'obtention d'une couche d'au moins une particule imprimée sur l'ébauche de cadran 10, 20. On notera qu'une telle transformation à l'avantage d'être réalisée très rapidement en général en moins d'une seconde.

**[0043]** Plus précisément lors de cette sous-étape de réalisation 49, et en particulier durant le déroulement de la phase d'application 50, l'unité de contrôle 2 exécute ladite au moins une instruction de pilotage comprenant des données descriptives 9b d'une couche constitutive de ladite représentation graphique numérique de référence 9a devant être reproduite. Par la suite, le dispositif d'impression 3 applique une première couche d'au moins une particule directement sur l'ébauche de cadran 10, 20 en fonction de ladite au moins une instruction de pilotage exécutée. Cette première couche d'au moins une particule subit ensuite la sous-phase de fixation de la phase de traitement 51 lors de laquelle cette première couche est exposée à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge. Par la suite, le dispositif d'impression 3 peut prévoir l'application d'une deuxième couche d'au moins une particule sur la première couche d'au moins une particule imprimée déjà présente sur l'ébauche de cadran 10, 20 et ce, en fonction de ladite au moins une instruction de pilotage exécutée. Cette deuxième couche d'au moins une particule subit aussi la sous-phase de fixation de la phase de traitement 51 afin de transformer cette deuxième couche en une deuxième couche d'au moins une particule imprimée sur la première couche d'au moins une particule imprimée sur l'ébauche de cadran 10, 20.

**[0044]** Ainsi, les éléments tridimensionnel 30 tels que les chiffres arabes sur les fig. 6 et 7 ou encore tels que les indexes sur la fig. 8 sont réalisés par superposition de plusieurs couches d'au moins une particule imprimée sur des zones spécifiques de l'ébauche de cadran 10, 20 de sorte à avoir des chiffres et des indexes d'une épaisseur supérieure à 100 microns afin qu'ils soient visibles à l'œil nu par le porteur d'une montre comportant le cadran 11 obtenu avec le procédé selon l'invention. En général, la superposition de trois couches d'au moins une particule imprimée suffise pour donner un relief au cadran 11. On notera que selon les propriétés des encres utilisées, un procédé de fabrication d'un cadran 11 présentant un élément tridimensionnel 30 d'une épaisseur d'au moins 100 microns par superposition uniquement de deux couches d'au moins une particule imprimée peut être implanté. La fig. 9 illustre un cadran 11 comportant un élément tridimensionnel 30 plus marqué dont l'épaisseur peut être obtenue par superposition de quatre ou cinq couches d'au moins une particule imprimée.

**[0045]** Dans ce contexte, l'élément tridimensionnel 30 peut comprendre un motif ou une image suffisamment surélevé par rapport à la surface plane de l'ébauche de cadran 10, 20 afin que de constituer un décor en relief qui soit visible à l'œil nu du porteur de la pièce d'horlogerie 40 comportant le cadran 11 réalisé selon le procédé de l'invention. Ainsi que nous l'avons déjà évoqué, l'élément tridimensionnel 30 peut notamment être les chiffres des heures (par exemple des chiffres arabes ou romains), des indexes ou un dessin s'étendant sur la majorité ou une partie de l'ébauche de cadran 10, 20.

**[0046]** On remarquera que chaque couche d'au moins un fluide polymère viscoélastique peut présenter une épaisseur comprise entre 10 et 150 microns, et est de préférence de 100 microns.

**[0047]** Par ailleurs, on notera qu'une fois que l'élément tridimensionnel 30 est réalisé, le procédé peut prévoir une étape éventuelle consistant à déposer une couche d'au moins une encre incolore/translucide/transparente sur tout le cadran 11 ou sur des parties spécifiques du cadran 11 peut être effectuée afin d'avoir un rendu mat ou brillant.

**[0048]** Par la suite, ce procédé comprend une étape de, retrait 52 du cadran 11 obtenu de l'élément de support du système 1 avant d'être conditionné jusqu'à l'habillage d'une pièce d'horlogerie 40.

**[0049]** L'invention porte également un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes de ce procédé lorsque ledit programme est exécuté par l'unité de contrôle 2.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un cadran (11) comprenant au moins un élément tridimensionnel (30), le procédé comprenant les étapes suivantes:
  - génération (44) par une unité de contrôle (2) d'au moins une instruction de pilotage d'un dispositif d'impression (3) visant à reproduire une représentation graphique numérique de référence (9a) relative au cadran (11) pourvu d'au moins un élément tridimensionnel (30), et
  - construction (45) par le dispositif d'impression (3) d'au moins deux couches superposées comprenant des particules imprimées sur un élément de support formant ledit cadran (11), et

- retrait (52) du cadran (11) dudit élément de support.
- 2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de construction (45) comprend une sous-étape de réalisation (46) d'une ébauche de cadran (10, 20) comportant les phases suivantes:
  - application (47) d'au moins une couche de particules sur l'élément de support;
  - traitement (48) de ladite au moins une couche de particules imprimées.
- 3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'application d'au moins une couche de particules est réalisée de manière continue sur l'élément de support afin d'obtenir une ébauche de cadran (10) de forme pleine.
- 4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'application de particules imprimées est réalisée de manière discontinue sur l'élément de support afin d'obtenir une ébauche de cadran (20) de type squelette.
- 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'étape de construction (45) comprend une sous-étape de réalisation (49) d'au moins un élément tridimensionnel (30) comportant les phases suivantes:
  - application (50) sélective, d'au moins une couche d'au moins une particule sur ladite ébauche de cadran (10, 20);
  - traitement (51) de ladite au moins une couche d'au moins une particule.
- 6. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'application d'au moins une couche d'au moins une particule est réalisée de manière discontinue sur ladite ébauche de cadran (10, 20).
- 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 et 6 précédentes, caractérisé en ce que les phases d'application (47, 50) prévoient une exécution par l'unité de contrôle (2) de ladite au moins une instruction de commande comprenant des données descriptives (9b) de couches constitutives de ladite représentation graphique numérique de référence (9a) devant être reproduite.
- 8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les phases d'application (47, 50) prévoient le dépôt d'au moins une encre comprenant ladite au moins une particule.
- 9. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite encre comprend un fluide transportant ladite au moins une particule ou des particules, le fluide étant choisi parmi un solvant, un polymère viscoélastique, une huile, de l'eau et/ou une solution aqueuse.
- 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que les phases de traitement (48, 51) comprennent une sous-phase de fixation de ladite couche sur l'ébauche de cadran (10, 20) ou sur l'élément de support.
- 11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la phase de fixation prévoit une exposition de la couche à un flux d'air notamment chaud et/ou à un rayonnement lumineux notamment à un rayonnement ultraviolet (UV) ou encore infrarouge.
- 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la particule est comprise dans une encre telle que:
  - une encre colorée comprenant des particules pigmentées ou colorées, ou
  - une encre incolore ou transparente ou translucide comprenant des particules incolores ou transparentes ou translucides, ou
  - une encre fonctionnelle comprenant des particules fonctionnelles.
- 13. Cadran (11) comprenant au moins un élément tridimensionnel (30) susceptible d'être obtenu à partir du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.
- 14. Cadran (11) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il forme avec ledit au moins un élément tridimensionnel (30) une pièce monobloc.
- 15. Pièce d'horlogerie (40) comportant au moins un cadran (11) selon l'une quelconque des revendications 13 et 14.
- 16. Système de fabrication d'un cadran (11) comprenant au moins un élément tridimensionnel (30) mettant en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, le système (1) comprenant un dispositif d'impression (3) et une unité de contrôle (2), ledit dispositif d'impression (3) étant connecté à ladite unité de contrôle (2).
- 17. Système (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité de contrôle (2) comprend des ressources matérielles et logicielles, lesdites ressources matérielles comprenant des éléments de mémoire (5) comportant au moins une représentation graphique numérique de référence (9a) relative au Cadran (11) à fabriquer et des données descriptives (9b) relatives à ladite au moins une représentation graphique numérique de référence (9a).
- 18. Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 lorsque ledit programme est exécuté par une unité de contrôle (2).

Fig. 1

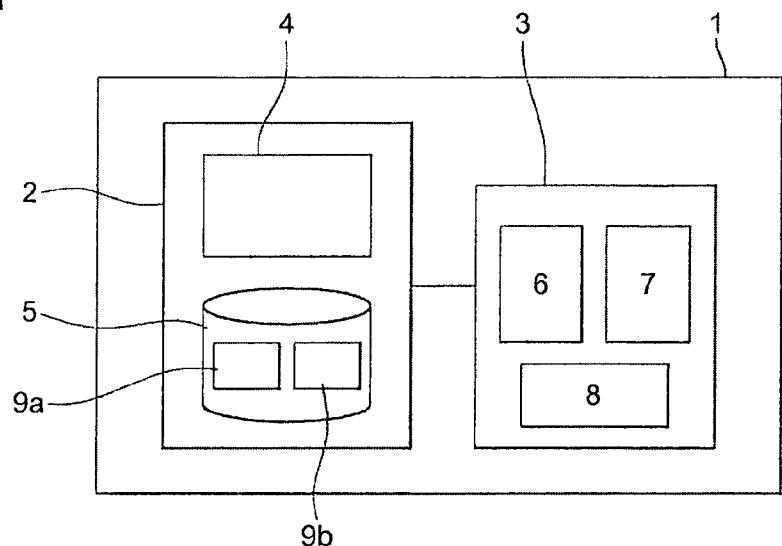


Fig. 2

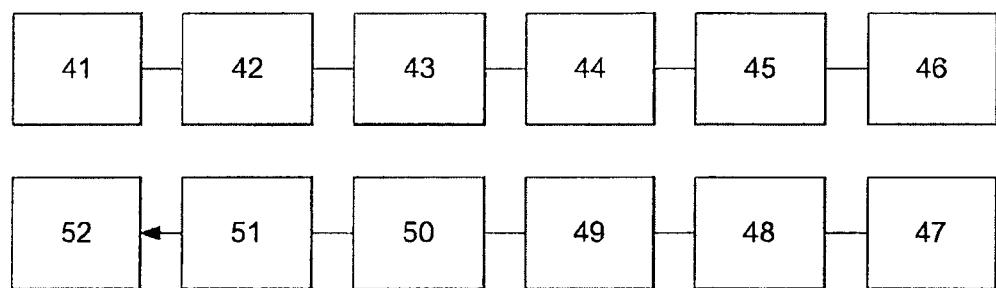


Fig. 3

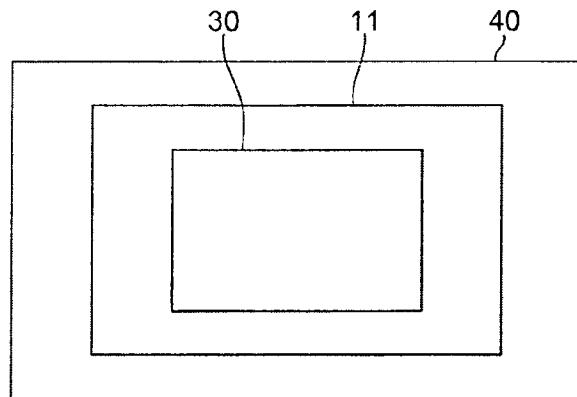


Fig. 4

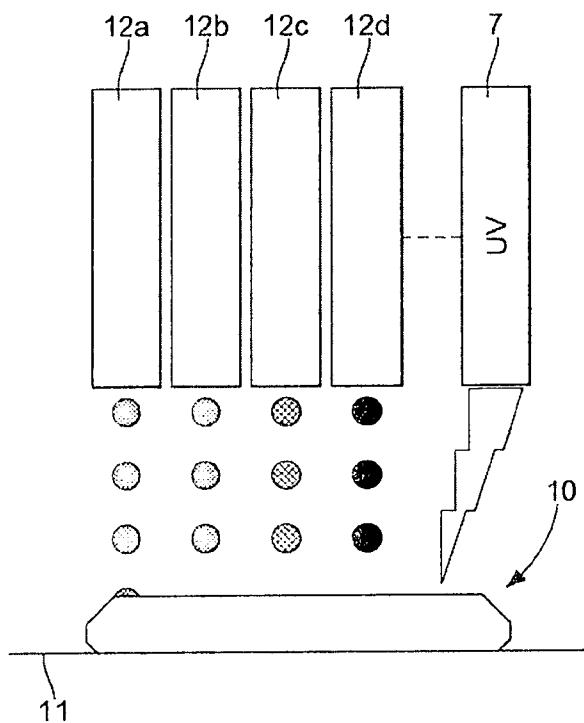


Fig. 5A

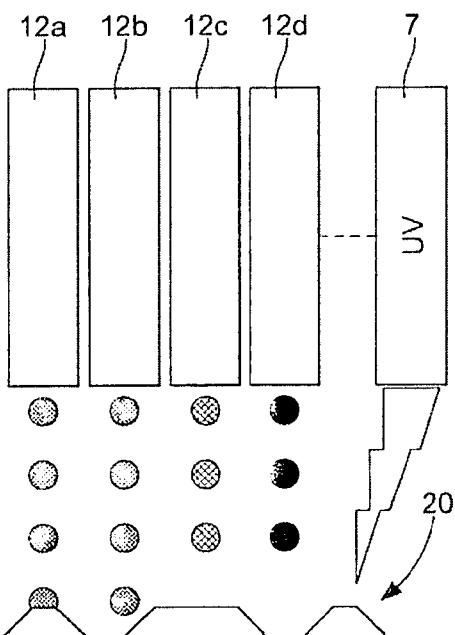


Fig. 5B

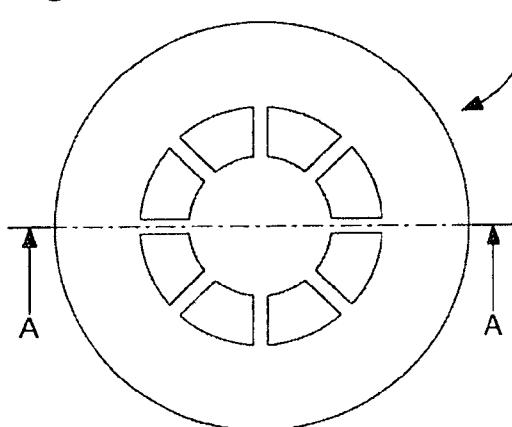


Fig. 5C

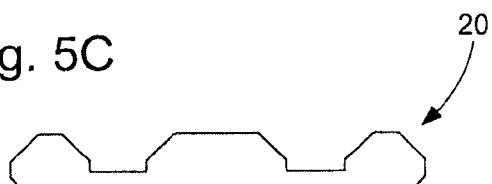


Fig. 6

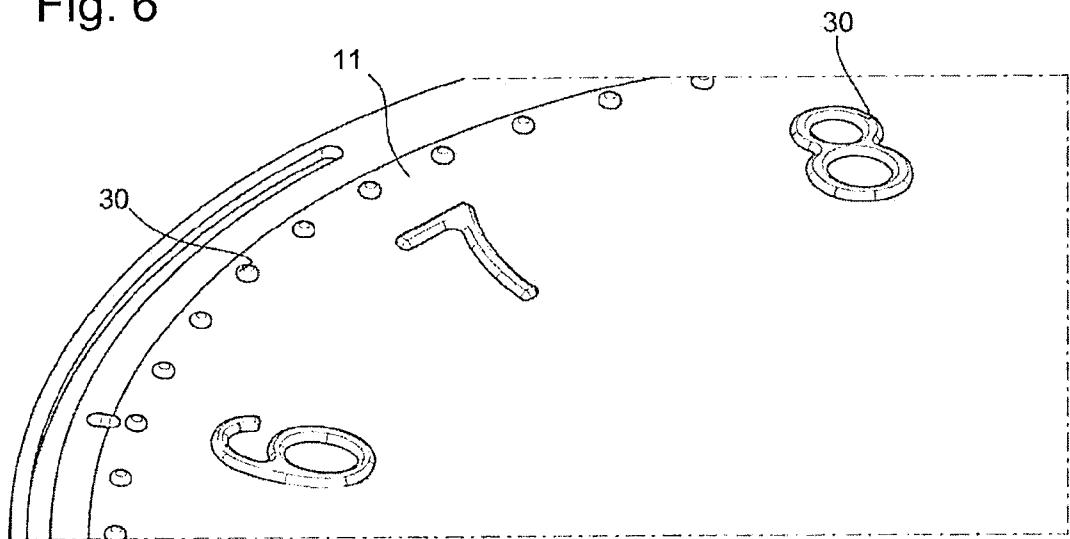


Fig. 7

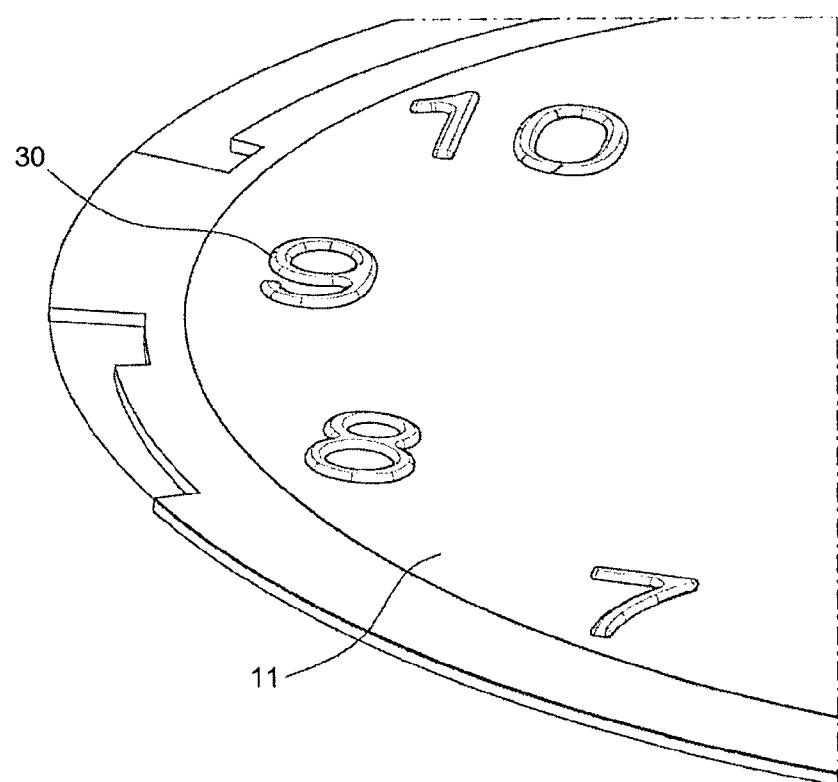


Fig. 8

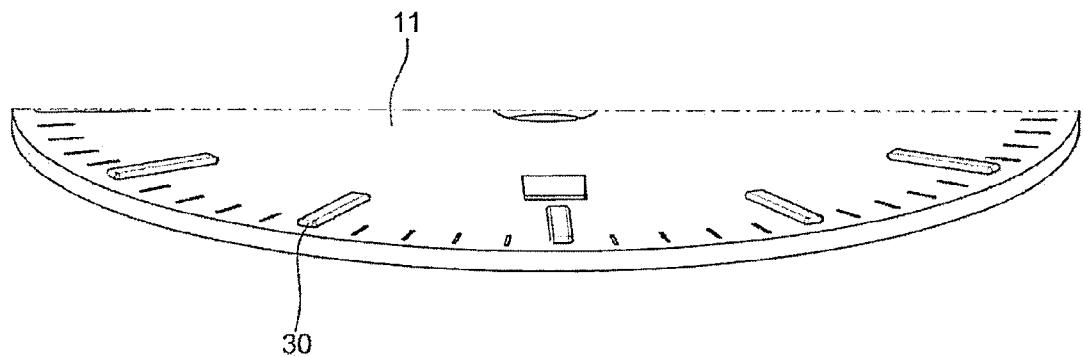


Fig. 9

