



(11) **EP 1 760 557 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**11.11.2009 Bulletin 2009/46**

(51) Int Cl.:  
**G04G 17/00 (2006.01) G04B 19/12 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **05108136.2**

(22) Date de dépôt: **06.09.2005**

(54) **Pièce d'horlogerie comportant un cadran en matériau semi-conducteur**

Uhr mit einem halbleitenden Zifferblatt

Timepiece comprising a semi-conductive dial

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(43) Date de publication de la demande:  
**07.03.2007 Bulletin 2007/10**

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse  
2540 Grenchen (CH)**

(72) Inventeurs:  
• **Meister, Pierre-André  
2502, Biel (CH)**  
• **Zanetta, André  
2000, Neuchâtel (CH)**  
• **Fleury, Emmanuel  
2740, Moutier (CH)**

• **Blondeau, Fabien  
2525, Le Landeron (CH)**

(74) Mandataire: **Couillard, Yann Luc Raymond et al  
ICB  
Ingénieurs Conseils en Brevets SA  
Faubourg de l'Hôpital 3  
2001 Neuchâtel (CH)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 884 661 CH-A- 626 496  
DE-A1- 19 857 997 FR-A- 2 855 651  
US-A- 4 320 483 US-A- 4 599 251  
US-A- 6 067 277**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no.  
07, 3 juillet 2003 (2003-07-03) & JP 2003 066169 A  
(SEIKO EPSON CORP), 5 mars 2003 (2003-03-05)**

**EP 1 760 557 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un cadran réalisé en matériau semi-conducteur et une pièce d'horlogerie électronique équipée d'un tel cadran.

**[0002]** Généralement, une pièce d'horlogerie électronique telle qu'une montre bracelet comporte un boîtier qui contient un circuit électronique commandant des moyens d'affichage pour afficher des informations sur un cadran. Le cadran est réalisé sous la forme d'une plaque d'habillage présentant, du côté de sa face d'affichage, des éléments d'ornementations, des indexes, et/ou des inscriptions représentant par exemple les chiffres des heures. Le cadran peut aussi comporter une fenêtre associée avec un écran à cristaux liquides connecté au circuit électronique. Le cadran est réalisé le plus souvent en matériau plastique ou en métal.

**[0003]** Le circuit électronique de commande est généralement agencé sur une plaque à circuits imprimés (PCB) et il comporte des composants électroniques tels qu'une unité de contrôle, des pistes conductrices, et un oscillateur de référence qui sert de base de temps. L'oscillateur comprend un résonateur, par exemple à quartz.

**[0004]** Certaines montres sont dépourvues de PCB. Les composants électroniques sont alors montés directement sur le fond du boîtier. Les pistes conductrices sont réalisées, par exemple, sous la forme de lames métalliques fixées dans le boîtier.

**[0005]** Les structures de montre qui viennent d'être décrites ne sont pas complètement satisfaisantes car elles nécessitent de nombreuses opérations d'assemblage, notamment pour monter chacun des composants électroniques soit sur le PCB, soit dans le fond du boîtier. De plus, l'encombrement de ces composants électroniques dans le boîtier est gênant lorsque l'on souhaite rendre la montre plus compacte, notamment en épaisseur.

**[0006]** Il existe aussi des cadrans de montre réalisés dans un matériau cristallin tel que le silicium. Ainsi, le document US 4 599 251 décrit et représente un article ornemental de montre en silicium. Le cadran comporte une couche supérieure, par exemple en dioxyde de silicium, qui est perméable à la lumière et apte à la formation d'interférences colorées. De plus, des motifs ornementaux ou des indexes peuvent être réalisés sur la face supérieure du cadran, à partir d'un matériau opaque, par impression ou par dépôt en phase vapeur.

**[0007]** US 6067277 décrit une montre ayant un affichage analogique et un cadran qui est également une cellule solaire. Dans les modes de réalisation illustrés aux figures 3 et 4 de ce document, une partie de la cellule est formée par une plaque en matériau semi-conducteur.

**[0008]** Ces types de cadrans présentent un avantage esthétique mais la structure générale de la montre n'est pas modifiée et présente toujours les mêmes inconvénients.

**[0009]** L'invention vise à remédier à ces inconvénients.

**[0010]** Dans ce but, la présente invention propose une

pièce d'horlogerie électronique telle que définie dans la revendication 1.

**[0011]** Un avantage de l'invention est qu'elle facilite l'intégration de micro- ou nano-structures dans la pièce d'horlogerie. En effet, on utilise de plus en plus de microsystèmes électromécaniques (Micro ElectroMechanical Systems) réalisés par gravure dans une plaque en silicium. Grâce au cadran en silicium et au circuit intégré dont il est pourvu, il est possible d'agencer des microsystèmes électromécaniques directement dans le cadran et de les piloter, par exemple, au moyen du circuit intégré.

**[0012]** Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- l'unité de contrôle est un élément de circuit intégré qui est gravé directement dans le corps principal du cadran;
- le circuit base de temps est gravé directement dans le corps principal du cadran;
- un microsystème électromécanique est gravé dans le corps principal du cadran et raccordé électriquement au circuit de commande;
- le dispositif d'entraînement du dispositif d'affichage comporte un moteur électrique constituant un microsystème électromécanique réalisé par gravure dans une plaque en matériau semi-conducteur et porté par le cadran;
- le corps principal du cadran est réalisé en silicium;
- la face supérieure du corps principal du cadran constituant la face d'affichage du cadran, ladite face supérieure est au moins partiellement recouverte d'un revêtement;
- la face supérieure du corps principal du cadran constituant la face d'affichage du cadran, ladite face supérieure comporte des motifs en relief gravés dans le corps principal du cadran;
- la pièce d'horlogerie comporte une plaque à circuits imprimés qui est agencée sous le cadran et qui porte une partie du circuit de commande, et l'élément de circuit intégré qui est gravé dans le corps principal du cadran est raccordé électriquement à des pistes conductrices de la plaque à circuits imprimés par des moyens de raccordement électrique intercalés entre la face inférieure du cadran et la plaque à circuits imprimés;
- l'ensemble du circuit de commande est gravé dans le corps principal du cadran;

**[0013]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit, faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemple non limitatifs et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale qui représente schématiquement une montre selon un premier mode de réalisation conforme aux enseignements de l'invention dans lequel le cadran en silicium compor-

- te un circuit intégré;
- la figure 2 est une vue de détail en coupe axiale qui représente de manière agrandie le raccordement du circuit intégré de la figure 1 à la plaque à circuits imprimés de la montre;
- la figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 1 qui représente schématiquement une montre selon un deuxième mode de réalisation dans lequel le dispositif d'entraînement des aiguilles de la montre comporte un moteur réalisé en silicium et rapporté sur le cadran;
- la figure 4 est une vue similaire à celle de la figure 1 qui représente schématiquement une montre selon un troisième mode de réalisation dans lequel l'ensemble des composants du circuit de commande de la montre est formé directement dans le cadran en silicium.

**[0014]** Dans la description qui suit, des éléments identiques ou similaires seront désignés par les mêmes références.

**[0015]** Sur les figures 1 à 2, on a représenté une pièce d'horlogerie 10 électronique réalisée selon un premier mode de réalisation conforme aux enseignements de l'invention. La pièce d'horlogerie 10 est constituée ici par une montre 10 qui comporte un boîtier 12, par exemple de forme cylindrique.

**[0016]** Dans la suite de la description, on utilisera à titre non limitatif une orientation verticale suivant l'axe A1 du boîtier 12.

**[0017]** Le boîtier 12 est formé par une paroi de fond 14 s'étendant globalement dans un plan transversal, par une paroi axiale périphérique 16, et par une glace de protection supérieure 18 qui vient fermer le boîtier 12 du côté de la face supérieure d'affichage 20 de la montre 10.

**[0018]** Le boîtier 12 contient un circuit électronique de commande 22 qui pilote un dispositif d'affichage 24.

**[0019]** Le dispositif d'affichage 24 est du type analogique. Il comporte des aiguilles 26 indicatrices qui s'étendent au-dessus d'un cadran 28 et qui sont entraînées en rotation autour de l'axe A1 du boîtier 12 par un dispositif d'entraînement 30 à commande électrique. Le dispositif d'entraînement 30 comprend par exemple au moins un moteur électrique de type horloger et des moyens de transmission permettant d'obtenir la démultiplication requise pour l'entraînement de chaque aiguille 26.

**[0020]** Selon une variante de réalisation (non représentée) de l'invention, les moyens d'affichage 24 analogiques peuvent être combinés à un écran à cristaux liquides.

**[0021]** Le circuit électronique de commande 22 est agencé en partie sur la face inférieure 31 d'une plaque à circuits imprimés 32 montée dans le boîtier 12, sous le cadran 28. Des composants électroniques sont agencés sur la plaque à circuits imprimés 32, en particulier une unité de contrôle 36 et un circuit base de temps constitué par un oscillateur 34 de référence. Des pistes conductrices 38 électriques agencées sur la plaque à circuits im-

primés 32 relient les composants entre eux.

**[0022]** L'unité de contrôle 36 peut être constituée, par exemple, par un microcontrôleur ou par un circuit logique.

**[0023]** Le dispositif d'entraînement 30 est monté ici sur la face inférieure 31 de la plaque à circuits imprimés 32 et son arbre d'entraînement 40 s'étend vers le haut à travers une première ouverture 42 aménagée dans la plaque à circuits imprimés 32 et à travers une seconde ouverture 44 aménagée dans le cadran 28.

**[0024]** L'alimentation en énergie électrique est fournie par une pile 46 agencée entre la plaque à circuits imprimés 32 et la paroi de fond 14 du boîtier 12.

**[0025]** Bien entendu, des moyens de commande externes (non représentés) coopérant avec l'unité de contrôle 36, tels que des boutons poussoir ou une couronne, peuvent être prévus pour permettre à un utilisateur de commander les moyens d'affichage 24 et effectuer par exemple la remise à l'heure.

**[0026]** Le cadran 28 comporte un corps principal 48, ici en forme de plaque circulaire, qui est réalisé en matériau semi-conducteur. De préférence, ce matériau semi-conducteur est constitué par du silicium. Le corps principal 48 peut ainsi être réalisé à partir d'un "wafer" en silicium tel que ceux qui sont utilisés en microélectronique pour réaliser des circuits intégrés.

**[0027]** Conformément aux enseignements de l'invention, le circuit électronique de commande 22 comporte au moins un élément de circuit intégré 36 qui est gravé dans le corps principal 48 du cadran 28, en utilisant des procédés connus de fabrication de circuits intégrés sur silicium.

**[0028]** Selon le mode de réalisation représenté, l'élément de circuit intégré est constitué par l'unité de contrôle 36 qui est gravée dans la face inférieure 50 du cadran 28.

**[0029]** Comme représenté en détail sur la figure 2, le circuit électronique de commande 22 est muni de moyens de raccordement électrique 52 qui relient les plots de connexion 54 de l'unité de contrôle 36 à des pistes conductrices 38 de la plaque à circuits imprimés 32. Selon le mode de réalisation représenté ici, ces moyens de raccordement électrique 52 sont des bossages de contact 56, par exemple réalisés à base de colle anisotrope conductrice, qui sont agencés sur les plots de connexion 54 et qui sont en contact électrique avec des pistes conductrices 58 portées par la face supérieure 60 de la plaque à circuits imprimés 32. Ces pistes conductrices 58 sont reliées électriquement aux pistes conductrices 38 portées par la face inférieure 31 de la plaque à circuits imprimés 32 au moyen de trous métallisés 60 traversant ladite plaque 32 de part en part.

**[0030]** Selon des variantes de réalisation (non représentées), les moyens de raccordement électrique 52 peuvent être réalisés de manière différente, par exemple avec des lames métalliques, ou avec un connecteur du type "Zebra" comportant une bande d'élastomère munie de fils conducteurs parallèles.

**[0031]** De préférence, le cadran 28 comporte sur sa face supérieure 62 des indexes 64 qui sont réalisés en

relief, par exemple par croissance cristallographique. La-dite face supérieure 62 peut aussi comporter un revêtement, par exemple de type métallique, visant à protéger et/ou décorer le cadran 28, et comporter des motifs en relief sous la forme de microstructures usinées permettant d'obtenir un effet optique similaire à celui obtenu avec des cadrans guillochés. Les indexes et les motifs en relief peuvent aussi être réalisés par dépôt de matière sur le cadran 28.

**[0032]** Bien entendu, le circuit électronique de commande 22 peut comporter d'autres composants électroniques tels que des capteurs, un module d'affichage à cristaux liquides, une antenne pour une montre 10 et/ou un émetteur/récepteur radio, une bobine, des unités de stockage de données (mémoires)...

**[0033]** De manière avantageuse, le cadran 28 peut comporter plusieurs unités de contrôle 36 identiques gravées dans sa face inférieure 50. Ainsi, dans le cas où une unité de contrôle 36 est déficiente, il suffit de raccorder le circuit de commande 22 à une autre unité de contrôle 36 en état de fonctionner.

**[0034]** Le cadran 28 peut aussi comporter plusieurs unités de contrôle 36 de types différents, ce qui permet d'utiliser le même cadran 28 pour différents types de montres 10. Ainsi, lors de l'assemblage de la montre 10, il suffit de raccorder le circuit de commande 22 à l'unité de contrôle 36 adaptée au type de montre en cours d'assemblage.

**[0035]** On décrit maintenant d'autres modes de réalisation de l'invention en considérant principalement les différences par rapport au premier mode de réalisation.

**[0036]** Sur la figure 3, on a représenté un deuxième mode de réalisation de la montre 10 selon l'invention comportant un dispositif d'entraînement 30 dans lequel le moteur 66 électrique est réalisé sous la forme d'un microsystème électromécanique par gravure dans une plaque en silicium.

**[0037]** Un tel type de moteur 66 est décrit et représenté, par exemple, dans le document WO 2004/081695. Dans ce document, le moteur est réalisé par gravure dans une couche de silicium. Il comporte une roue d'entraînement dentée et des doigts d'actionnement qui coopèrent avec les dents de la roue pour provoquer sa rotation. Chaque doigt d'actionnement est solidaire en déplacement d'un peigne mobile qui se déplace par rapport à un peigne fixe en fonction d'une tension appliquée sur le peigne fixe.

**[0038]** De préférence on met en oeuvre une technique de fabrication du moteur 66 dite S.O.I. ("Silicon-On-Insulator"), telle que celle qui est décrite en référence aux figures 7A à 7D dans le document mentionné ci-dessus, et qui permet de détacher facilement les pièces mobiles du substrat en silicium qui les porte.

**[0039]** Selon le deuxième mode de réalisation, le moteur 66 a la forme d'un composant rapporté qui est fixé sur la face inférieure 50 du cadran 28, par exemple par collage ou par soudage. La roue d'entraînement (non représentée) du moteur 66 engrène avec un rouage de

minuterie 68 qui est fixé de manière adjacente sur la face inférieure du cadran 28 et qui permet l'entraînement des aiguilles 26 selon un rapport de démultiplication approprié. La face inférieure 50 du cadran 28 comporte des pistes conductrices 70 permettant le raccordement du moteur 66 à des bosses de contact 72 associées agencées sur la face inférieure 50 du cadran 28. Bien entendu, ce raccordement électrique pourrait être réalisé de manière différente, par exemple au moyen de fils conducteurs selon la technique dite de "wire bonding" qui est déjà mise en oeuvre pour des circuits intégrés.

**[0040]** Comme pour le raccordement électrique de l'unité de contrôle 36 décrit en relation avec les figures 1 et 2, les bosses de contact 72 associées au moteur 66 viennent en contact électrique avec des pistes conductrices 58 disposées en vis-à-vis, sur la face supérieure 60 de la plaque à circuits imprimés 32, de manière à permettre le raccordement électrique du moteur 66 avec les autres composants du circuit de commande 22. Les pistes conductrices 58 agencées sur la face inférieure 50 du cadran 28 peuvent aussi permettre de raccorder directement le moteur 66 à l'unité de contrôle 36.

**[0041]** Ce deuxième mode de réalisation présente l'avantage d'être plus compact en hauteur. De plus, il permet d'intégrer plusieurs composants dans le cadran 28.

**[0042]** Selon un troisième mode de réalisation, qui est représenté sur la figure 4, tous les composants électroniques du circuit de commande 22, ainsi que le moteur 66 du dispositif d'entraînement 30, sont formés directement par gravure dans le corps principal 48 du cadran 28. Dans l'exemple représenté, ces composants sont réalisés dans la face inférieure 50 du cadran 28 mais ils pourraient être réalisés de manière similaire dans la face supérieure 62 du cadran 28.

**[0043]** La technique de fabrication mise en oeuvre est la technique S.O.I. de sorte que le corps principal 48 du cadran 28 comporte, ici du haut vers le bas, une couche supérieure 74 de silicium formant substrat, par exemple de 350 micromètres d'épaisseur, une couche intermédiaire 76 d'oxyde de silicium (SiO<sub>2</sub>) isolant, et une couche inférieure 78 de silicium, par exemple de 15 à 75 micromètres d'épaisseur. L'unité de contrôle 36, l'oscillateur 34, et le moteur 66 sont formés dans la couche inférieure 78. Des pistes conductrices 80 sont aussi formées dans la couche inférieure 78 pour raccorder électriquement les composants entre eux.

**[0044]** Le moteur 66 peut être réalisé selon les enseignements du document WO 2004/081695 cité précédemment.

**[0045]** L'oscillateur 34 peut être réalisé selon les enseignements du document WO 2001/33711, qui décrit et représente un oscillateur en silicium prévu pour être réalisé sur le même substrat que le circuit intégré formant l'unité de contrôle 36 de la montre 10. L'oscillateur 34 a ainsi la forme d'une micro- ou nano- structure électromécanique qui est gravée dans le corps principal 48 du cadran 28 et qui est liée électriquement au circuit de com-

mande 22.

**[0046]** Avantageusement, la montre 10 est ici dépourvue de plaque à circuits imprimés, puisque l'ensemble du circuit de commande 22 est agencé dans le cadran 28.

**[0047]** Le rouage de minuterie 68 est agencé ici dans un logement 82 qui est adjacent au moteur 66 et qui est aménagé dans la couche inférieure 78 du cadran 28, pour permettre au rouage de minuterie 68 d'être entraîné en rotation par le moteur 66.

**[0048]** Un élément intermédiaire de raccordement électrique tel qu'une lame métallique 84 de contact peut être fixée sur la face inférieure 50 du cadran 28 pour raccorder la pile 46 au circuit de commande 22.

**[0049]** Un élément intermédiaire de raccordement électrique tel qu'une lame métallique 84 de contact peut être fixée sur la face inférieure 50 du cadran 28 pour raccorder la pile 46 au circuit de commande 22.

**[0050]** Ce mode de réalisation présente l'avantage d'être particulièrement compact en épaisseur. De plus, il permet de se passer de la plaque à circuits imprimés et de ses inconvénients. La fabrication du circuit de commande 22 est facilitée puisqu'il n'y a plus d'étape d'assemblage/montage des composants électroniques, ceux-ci étant réalisés directement dans le cadran 28 par gravure. Les techniques de gravure utilisées en microélectronique permettent de réaliser un grand nombre de composants simultanément ("batch processing"), ce qui minimise les coûts de fabrication.

## Revendications

1. Pièce d'horlogerie (10) électronique comportant un boîtier (12) qui est muni d'un cadran (28) et qui contient un circuit électronique de commande (22) pilotant un dispositif d'affichage (24) analogique comprenant des aiguilles (26) qui sont entraînées en rotation au moyen d'un dispositif d'entraînement (30), le cadran (28) comportant un corps principal (48) en forme de plaque qui est réalisé en matériau semi-conducteur, le circuit de commande (22) comportant au moins une unité de contrôle (36) et un circuit base de temps (34), **caractérisée en ce que** le circuit de commande (22) comporte au moins un élément de circuit intégré (34, 36) qui est gravé dans le corps principal (48) du cadran (28).
2. Pièce d'horlogerie (10) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'unité de contrôle (36) est un élément de circuit intégré qui est gravé directement dans le corps principal (48) du cadran (28).
3. Pièce d'horlogerie (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le circuit base de temps (34) est gravé directement dans le corps principal (48) du cadran (28).

4. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** microsystème électromécanique (30) est gravé dans le corps principal (48) du cadran (28) et raccordé électriquement au circuit de commande (22).
5. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'entraînement (30) comporte un moteur (66) électrique constituant un microsystème électromécanique réalisé par gravure dans une plaque en matériau semi-conducteur et porté par le cadran (28).
6. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le dispositif d'entraînement (30) comporte un moteur (66) électrique constituant un microsystème électromécanique réalisé par gravure directement dans la corps principal (48) du cadran (28).
7. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le corps principal (48) du cadran (28) est réalisé en silicium.
8. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la face supérieure (62) du corps principal (48) du cadran (28) constitue la face d'affichage du cadran (28), **caractérisée en ce que** ladite face supérieure (62) est au moins partiellement recouverte d'un revêtement.
9. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la face supérieure (62) du corps principal (48) du cadran (28) constitue la face d'affichage du cadran (28), **caractérisée en ce que**, ladite face supérieure (62) comporte des motifs en relief gravés dans le corps principal (48) du cadran (28).
10. Pièce d'horlogerie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une plaque à circuits imprimés (32) qui est agencée sous le cadran (28) et qui porte une partie du circuit de commande (22), et **en ce que** l'élément de circuit intégré (36) qui est gravé dans le corps principal (48) du cadran (28) est raccordé électriquement à des pistes conductrices (58) de la plaque à circuits imprimés (32) par des moyens de raccordement électrique (56) intercalés entre la face inférieure (50) du cadran (28) et la plaque à circuits imprimés (32).
11. Pièce d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** l'ensemble du circuit de commande (22) est gravé dans le corps principal (48) du cadran (28).

## Claims

1. Electronic timepiece (10) including a case (12) which is fitted with a dial (28) and which contains an electronic control circuit (22) driving an analogue display device (24) including hands (26) which are driven in rotation by means of a drive device (30), the dial (28) including a main body (48) in the form of a plate which is made of semiconductor material, the control circuit (22) including at least one control unit (36) and a time base circuit (34), **characterized in that** the control circuit (22) includes at least one integrated circuit element (34, 36) which is etched in the main body (48) of the dial (28).
2. Timepiece (10) according to the preceding claim, **characterized in that** the control unit (36) is an integrated circuit element which is directly etched in the main body (48) of the dial (28).
3. Timepiece (10) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the time base circuit (34) is directly etched in the main body (48) of the dial (28).
4. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, **characterized in that** a micro electromechanical system (30) is etched in the main body (48) of the dial (28) and electrically connected to the control circuit (22).
5. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the drive device (30) includes an electric motor (66) forming a micro electromechanical system etched in a plate of semiconductor material and carried by the dial (28).
6. Timepiece (10) according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the drive device (30) includes an electric motor (66) forming a micro electromechanical system directly etched in the main body (48) of the dial (28).
7. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the main body (48) of the dial (28) is made of silicon.
8. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, wherein the top face (62) of the main body (48) of the dial (28) forms the display face of the dial (28), **characterized in that** said top face (62) is at least partially coated with a coating.
9. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, wherein the top face (62) of the main body (48) of the dial (28) forms the display face of the dial (28), **characterized in that** said top face (62) includes raised designs etched in the main body (48) of the dial (28).

10. Timepiece (10) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it includes a printed circuit board (32) which is arranged under the dial (28) and which carries one part of the control circuit (22), and **in that** the integrated circuit element (36) which is etched in the main body (48) of the dial (28) is electrically connected to conductive paths (58) of the printed circuit board (32) by electric connection means (56) inserted between the bottom face (50) of the dial (28) and the printed circuit board (32).
11. Timepiece according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the whole of the control circuit (22) is etched in the main body (48) of the dial (28).

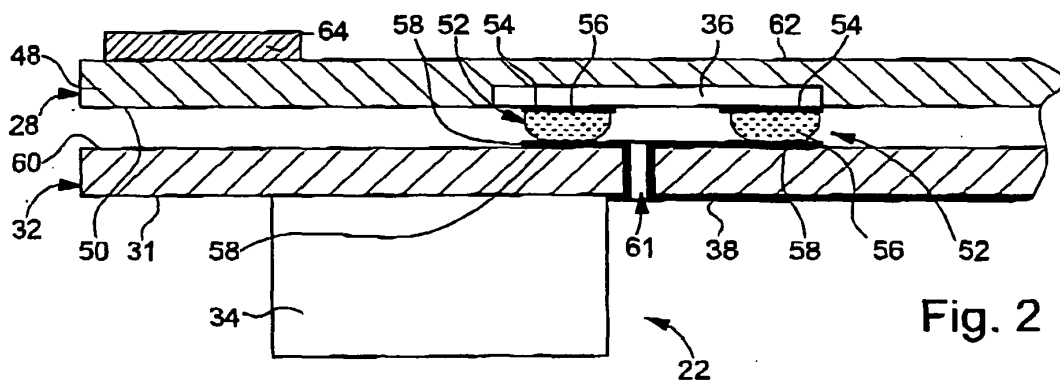
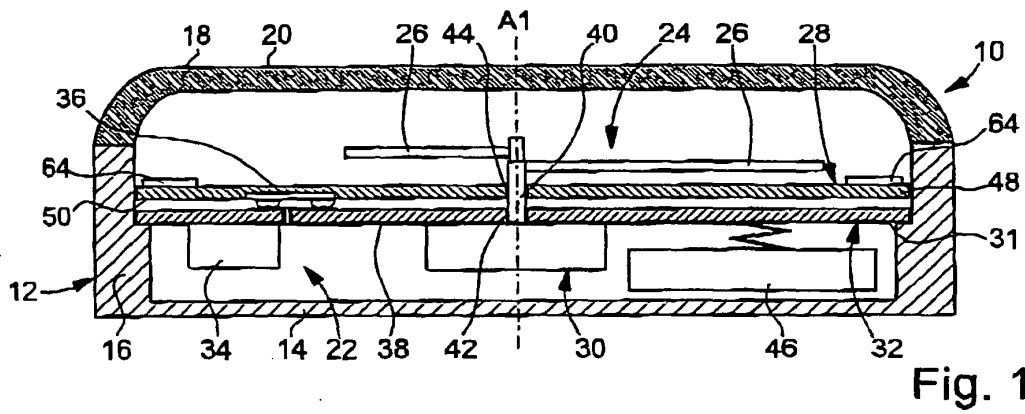
## Patentansprüche

1. Elektronisches Zeitmessgerät (10), das ein Gehäuse (12) aufweist, das mit einem Zifferblatt (28) versehen ist und eine elektronische Steuerschaltung (22) enthält, die eine analoge Anzeigevorrichtung (24) steuert, die Zeiger (26) umfasst, die mittels einer Antriebsvorrichtung (30) rotatorisch angetrieben werden, wobei das Zifferblatt (28) einen Hauptkörper (48) in Form einer Platte umfasst, die aus einem Halbleitermaterial verwirklicht ist, wobei die Steuerschaltung (22) wenigstens eine Steuereinheit (36) und eine Zeitbasisschaltung (34) enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerschaltung (22) wenigstens ein integriertes Schaltungselement (34, 36) umfasst, das in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt ist.
2. Zeitmessgerät (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (36) ein integriertes Schaltungselement ist, das direkt in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt ist.
3. Zeitmessgerät (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitbasisschaltung (34) direkt in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt ist.
4. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) ein elektromechanisches Mikrosystem (30) geätzt ist, das mit der Steuerschaltung (22) elektrisch verbunden ist.
5. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsvorrichtung (30) einen Elektromotor (66) umfasst, der ein elektromechanisches Mikrosystem bildet, das durch Ätzen in eine Platte aus Halbleitermaterial verwirklicht ist und von dem Zifferblatt (28) getragen wird.

6. Zeitmessgerät (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsvorrichtung (30) einen Elektromotor (66) umfasst, der ein elektromechanisches Mikrosystem bildet, das durch direktes Ätzen in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) verwirklicht ist. 5
7. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) aus Silicium verwirklicht ist. 10
8. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die obere Fläche (62) des Hauptkörpers (48) des Zifferblatts (28) die Anzeigefläche des Zifferblatts (28) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Fläche (62) wenigstens teilweise mit einem Überzug beschichtet ist. 15
9. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die obere Fläche (62) des Hauptkörpers (48) des Zifferblatts (28) die Anzeigefläche des Zifferblatts (28) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Fläche (62) Reliefmuster aufweist, die in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt sind. 20 25
10. Zeitmessgerät (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine gedruckte Leiterplatte (32) umfasst, die unter dem Zifferblatt (28) angeordnet ist und einen Teil der Steuerschaltung (22) trägt, und dass das integrierte Schaltungselement (36), das in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt ist, mit Leiterbahnen (58) der gedruckten Leiterplatte (32) durch elektrische Verbindungsmittel (56), die zwischen die untere Fläche (50) des Zifferblatts (28) und die gedruckte Leiterplatte (32) eingefügt sind, elektrisch verbunden ist. 30 35 40
11. Zeitmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Steuerschaltung (22) in den Hauptkörper (48) des Zifferblatts (28) geätzt ist. 45

50

55





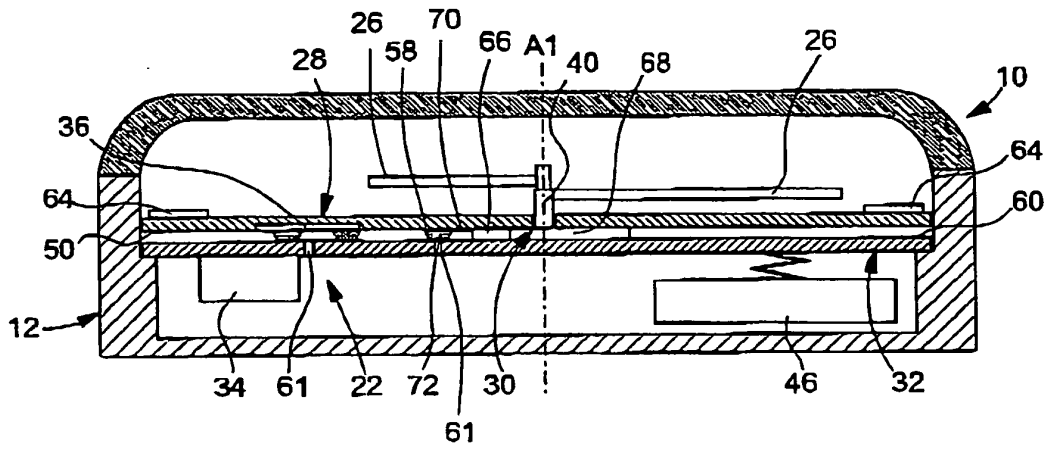


Fig. 3

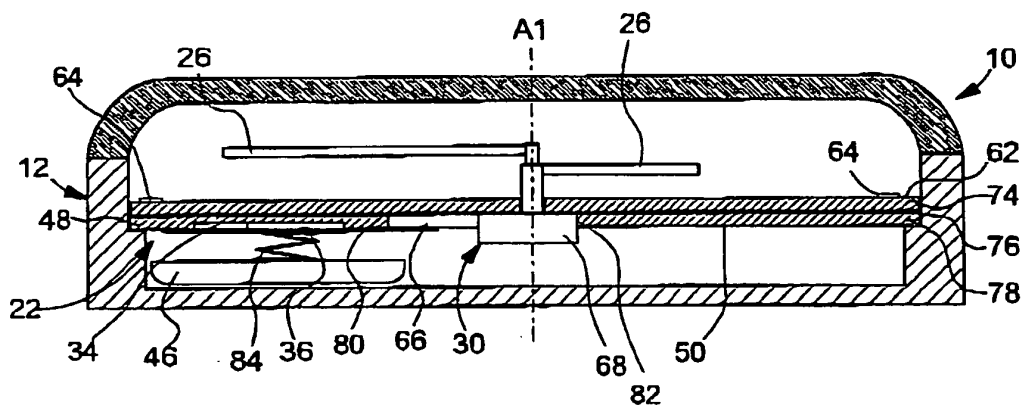


Fig. 4

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 4599251 A [0006]
- US 6067277 A [0007]
- WO 2004081695 A [0037] [0044]
- WO 200133711 A [0045]