



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.06.2019 Bulletin 2019/24

(51) Int Cl.:
G04B 15/14 (2006.01) **G04B 17/06** (2006.01)
G04B 19/04 (2006.01) **G04B 13/02** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17205320.9**

(22) Date de dépôt: **05.12.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **BOSSART, Richard**
1148 Mont-La-Ville (CH)
• **MERK, Nima**
1004 Lausanne (CH)

(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL**
19A, rue de la Croix-d'Or
1204 Genève (CH)

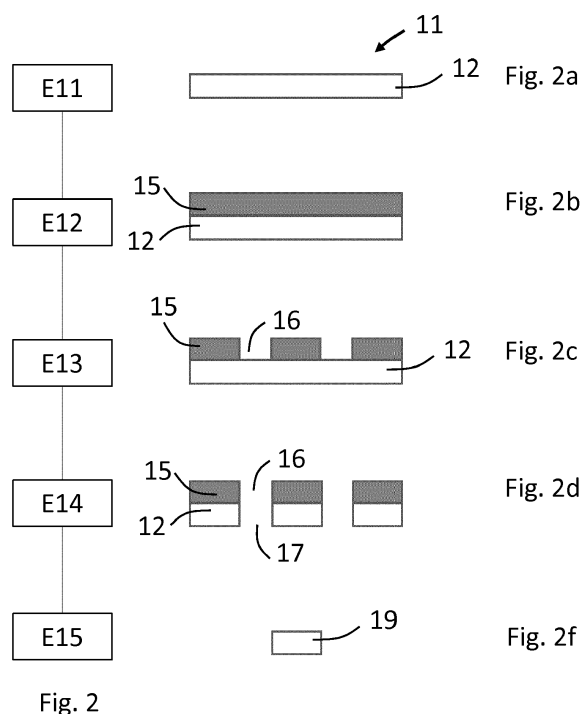
(71) Demandeur: **ROLEX SA**
1211 Genève 26 (CH)

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN COMPOSANT HORLOGER**

(57) Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- se munir (E11 ; E21) d'un wafer (11 ; 21) comprenant une seule plaquette (12 ; 22) comprenant un matériau du composant, notamment du silicium, du diamant, du quartz, du saphir ou de la céramique,
- optionnellement revêtir au préalable la surface inférieure de ladite plaquette (22) par une couche inférieure (24),

- graver (E12 à E14 ; E22 à E24) ladite plaquette (12 ; 22) du wafer (11 ; 21) à partir de sa surface supérieure pour former au moins un composant horloger,
- révéler (E15 ; E25) au moins un composant horloger (19 ; 29), en retirant une couche ayant servi de masque pour la gravure (E15 ; E25),
- et optionnellement libérer (E26) ladite plaquette et le au moins un composant horloger gravé par enlèvement de la couche inférieure (24).



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger réalisé à partir d'un matériau micro-usinable.

[0002] Il est connu de fabriquer des composants horlogers à partir d'un matériau micro-usinable tel que le silicium et par des techniques de micro-usinage, notamment par gravure sèche, par exemple par gravure ionique réactive profonde (en anglais *Deep Reactive Ion Etching DRIE*) ou par gravure chimique humide (en anglais *chemical wet etching*).

[0003] Un tel procédé de fabrication de l'état de la technique, représenté par la figure 1, comprend une première étape E1 (figure 1a) consistant à se munir d'une plaque 1 qui est appelée par sa dénomination anglaise « wafer », constituée d'une première plaquette 2 en matériau micro-usinable, par exemple en silicium, dont l'épaisseur correspond à celle du composant final, de l'ordre de 10 à 200 microns, et destinée à être travaillée pour former le composant. Cette première plaquette 2 est assemblée à une seconde plaquette 4, d'épaisseur de l'ordre de 0,5 mm, destinée à servir de support et se présentant par exemple de même en silicium, par l'intermédiaire d'une couche intermédiaire 3 d'oxyde de silicium. Un tel wafer 1 est généralement dénommé « wafer SOI » pour « wafer silicon on insulator ». La seconde plaquette 4 et la couche intermédiaire 3 forment ainsi un support, qui permet la rigidification de l'ensemble du wafer 1, sa manutention sans risque, ainsi que sa manipulation facile lors de la fabrication du composant horloger.

[0004] Le procédé de fabrication comprend ensuite une étape consistant à ajouter un masque sur la face apparente du wafer 1, par l'intermédiaire du dépôt (étape E2, figure 1b) d'une couche de résine 5, dans laquelle des zones libres 6 sont formées (étape E3, figure 1 c) par suppression partielle de la résine au moyen de techniques de photolithographie. En remarque, nous désignerons par le terme général de « wafer » une plaquette ou un assemblage de plaquettes, et/ou comprenant éventuellement des couches supplémentaires, utilisé dans un procédé de fabrication comprenant au moins une gravure, à partir d'une étape de masquage correspondant à l'étape E2. Ce wafer comprend deux faces : la face apparente, que nous appellerons aussi surface supérieure par convention, qui sera gravée, et la face inférieure.

[0005] Le masque formé à l'étape précédente permet ensuite la formation d'au moins un composant horloger, par gravure (étape E4, figure 1d) de la première plaquette 2 du wafer 1 dans les zones libres 6 de résine. Le(s) composant(s) est/sont ainsi formé(s) selon une géométrie déterminée par le masque formé précédemment.

[0006] Enfin, la résine restante est retirée (étape E5, figure 1e), puis l'au moins un composant horloger 9, illustré par la figure 1f, est obtenu par la séparation de la première plaquette 2 de la deuxième plaquette 4 par le biais d'une étape de libération E6. Cette étape de libé-

ration a donc pour effet de séparer le ou les composants horlogers, gravés dans la première plaquette 2, de la couche intermédiaire 3, mais également du matériau micro-usinable dont la deuxième plaquette 4 est constituée. Cette étape de libération E6 est une étape complexe. Elle peut être réalisée par une dissolution complète du matériau de la couche intermédiaire 3 à partir de la face supérieure du wafer 1, plus précisément à partir des gravures 7 réalisées dans la première plaquette 2 du wafer 1, ce qui présente l'inconvénient d'une durée d'étape très longue. En variante, il est possible de dégager sélectivement, à partir de la face inférieure du wafer 1 et dans la deuxième plaquette 4, les espaces situés en dessous des composants horlogers formés, par des étapes de fabrication similaires aux étapes E2 à E5 décrites précédemment réalisées sur le wafer retourné, de manière à rendre la couche intermédiaire 3 plus accessible et à en accélérer la dissolution. Dans tous les cas, l'étape de libération E6 est longue et exige des équipements de fabrication complexes, ce qui représente un inconvénient important de la solution de l'état de la technique.

[0007] Un objet de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'un composant horloger qui améliore le procédé de l'état de la technique.

[0008] Plus particulièrement, l'objet de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication simplifié d'un composant horloger.

[0009] A cet effet, l'invention repose sur un procédé de fabrication d'un composant horloger, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- se munir d'un wafer comprenant une plaquette comprenant un matériau du composant, notamment du silicium, du diamant, du quartz ou de la céramique,
- optionnellement revêtir au préalable la surface inférieure de ladite plaquette par une couche inférieure,
- graver ladite plaquette du wafer à partir de sa surface supérieure pour former au moins un composant horloger,
- révéler au moins un composant horloger, en retirant une couche ayant servi de masque pour la gravure,
- et optionnellement libérer ladite plaquette et le au moins un composant horloger gravé par enlèvement de la couche inférieure.

[0010] L'étape consistant à se munir d'un wafer peut comprendre une étape consistant à se munir d'un wafer d'épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur maximale du composant horloger à fabriquer.

[0011] Le procédé peut comprendre une étape de gravure du matériau du composant dans toute l'épaisseur de l'ensemble du matériau du composant présent dans le wafer et/ou dans toute l'épaisseur de l'unique plaquette comprenant le matériau du composant du wafer.

[0012] L'invention est plus précisément définie par les revendications.

[0013] Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la des-

cription suivante de modes de réalisation particuliers faits à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

La figure 1 représente schématiquement les étapes de fabrication d'un composant horloger selon l'état de la technique.

Chaque figure 1a à 1f représente plus précisément une étape de la fabrication selon l'état de la technique.

La figure 2 représente schématiquement les étapes de fabrication d'un composant horloger selon un premier mode de réalisation de l'invention.

Chaque figure 2a à 2d et 2f représente plus précisément une étape de la fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 représente schématiquement les étapes de fabrication d'un composant horloger selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Chaque figure 3a à 3f représente plus précisément une étape de la fabrication selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0014] Selon les modes de réalisation de l'invention, le procédé de fabrication d'un composant horloger est amélioré en ce qu'il simplifie fortement la fin du procédé de l'état de la technique, en simplifiant, voire en supprimant l'étape de libération E6 décrite précédemment. Par convention, comme mentionné précédemment, nous utiliserons l'adjectif supérieur pour désigner une surface du côté de la face d'un wafer qui va subir la première gravure, et l'adjectif inférieur pour une surface d'un côté opposé.

[0015] La figure 2 représente un procédé de fabrication d'un composant horloger selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0016] A l'instar du procédé de l'état de l'art décrit plus haut, un tel procédé de fabrication comprend une première étape E11 (figure 2a) consistant à se munir d'un wafer 11 en matériau micro-usinable, par exemple en silicium. Selon ce mode de réalisation, un tel wafer comprend une seule plaquette 12 destinée à être travaillée pour former le composant horloger. Cette plaquette 12 unique présente de préférence une épaisseur supérieure ou égale à 100 microns, voire supérieure ou égale à 120 microns. Cette épaisseur peut notamment être comprise entre 100 ou 120 microns et 300 microns, voire même jusqu'à 500 microns.

[0017] Le procédé de fabrication comprend ensuite une étape consistant à ajouter un masque sur la surface supérieure du wafer 11, par l'intermédiaire du dépôt (étape E12, figure 2b) d'une couche de résine 15, dans laquelle des zones libres 16 sont formées (étape E13, fi-

gure 2c) par suppression partielle de la résine au moyen de techniques de photolithographie.

[0018] Le masque formé à l'étape précédente permet ensuite la formation d'au moins un composant horloger, par gravure (étape E14, figure 2d) du wafer 11 au travers des zones libres 16 du masque de résine. Le(s) composant(s) est/sont ainsi formé(s) selon une géométrie déterminée par le masque formé précédemment. De préférence, des attaches sont prévues pour maintenir le(s) composant(s) rattachés au wafer 11.

[0019] Enfin, la résine restante est supprimée par dissolution, dans une étape de révélation (étape E15, figure 2f) qui permet d'obtenir directement la plaquette 12 usinée comportant le(s) composant(s) horloger(s) 19.

[0020] Les étapes E12 à E15 correspondent sensiblement aux étapes E2 à E5 de la solution de l'état de la technique, et ne sont donc pas décrites en détail. Notamment, la gravure est réalisée de manière conventionnelle, par photolithographie et DRIE. Le grand avantage de ce premier mode de réalisation de l'invention est d'avoir supprimé la deuxième plaquette de support du wafer, ce qui permet de supprimer l'étape fastidieuse de libération E6 de l'état de la technique par dissolution de la couche intermédiaire 3.

[0021] En variante, le wafer 11 en matériau micro-usinable pourrait se présenter en plusieurs couches superposées, et/ou en plusieurs matériaux. La caractéristique importante du mode de réalisation est que le wafer ne comprend aucune couche dont la fonction se limite à former un support et qu'il est gravé dans toute son épaisseur. Autrement dit, le composant horloger obtenu présente une épaisseur finale maximale sensiblement égale à l'épaisseur du wafer 11 utilisé, c'est-à-dire à l'épaisseur de la plaquette 12.

[0022] Ainsi, le mode de réalisation décrit ci-dessus permet bien de simplifier fortement le procédé de fabrication d'un composant horloger. Il repose principalement sur la suppression de tout support dans un wafer 11 en matériau micro-usinable, et sur la constatation inattendue qu'il est possible de fabriquer un composant horloger à partir d'une plaquette ne comprenant pas de support.

[0023] La figure 3 représente un procédé de fabrication d'un composant horloger selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0024] Un tel procédé de fabrication comprend une première étape E21 (figure 3a) consistant à se munir d'un wafer 21 comprenant un matériau micro-usinable, par exemple du silicium. Selon ce deuxième mode de réalisation, un tel wafer 21 comprend une plaquette 22 en matériau micro-usinable, qui correspond au matériau du composant horloger, d'une épaisseur supérieure ou égale à 100 microns, voire supérieure ou égale à 120 microns, destinée à être travaillée pour former le composant horloger. Le wafer 21 comprend de plus une couche inférieure 24, de préférence métallique.

[0025] Ainsi, ce deuxième mode de réalisation comprend une étape préalable non représentée, consistant à déposer ou assembler une couche inférieure 24 mé-

tallique à une plaquette 22 en matériau micro-usinable, pour former le wafer 21. Selon un premier mode de réalisation, cette étape préalable consiste à revêtir une surface d'une plaquette en matériau micro-usinable d'une couche de métal déposé par une technique de dépôt physique en phase vapeur, aussi dénommée par son sigle PVD (pour « Physical Vapor Déposition »). A titre d'exemple, une telle couche inférieure métallique peut être une couche d'aluminium pur de 2 microns. En variante, une telle couche inférieure peut présenter toute autre épaisseur, de préférence comprise entre 0.5 et 5 microns inclus. Alternativement, toute technique de déposition d'un métal pur et/ou d'un alliage peut être utilisée pour revêtir la surface inférieure de la plaquette en matériau micro-usinable par une couche métallique. Préférentiellement, le métal déposé est de l'aluminium, de l'or ou du platine. En complément, il est possible de déposer préalablement une couche d'accroche sur la plaquette en matériau micro-usinable, par exemple en titane ou en chrome, pour améliorer l'adhésion de la couche inférieure métallique. En variante, toute autre technique de déposition ou d'assemblage d'une couche inférieure métallique formant un revêtement sur la surface de la plaquette en matériau micro-usinable peut être utilisée (p.ex. croissance électrolytique, déposition chimique en phase vapeur, collage d'une feuille ...).

[0026] Le procédé de fabrication comprend ensuite une étape consistant à ajouter un masque sur la surface supérieure du wafer 21, par l'intermédiaire du dépôt (étape E22, figure 3b) d'une couche de résine 25, dans laquelle des zones libres 26 sont formées (étape E23, figure 3c) par suppression partielle de la résine au moyen de techniques de photolithographie.

[0027] Le masque formé à l'étape précédente permet ensuite la formation d'au moins un composant horloger, par gravure (étape E24, figure 3d) du wafer 21 au travers des zones libres 26 du masque de résine. Le(s) composant(s) est/sont ainsi formé(s) selon une géométrie déterminée par le masque formé précédemment.

[0028] Enfin, la résine restante est supprimée par dissolution, dans une étape de révélation (étape E25, figure 3e). Les étapes E22 à E25 correspondent sensiblement aux étapes E2 à E5 et E12 à E15.

[0029] Le procédé selon ce deuxième mode de réalisation comprend ensuite une étape de libération E26 (figure 3f), qui consiste à retirer la couche inférieure 24 métallique. Cette étape de libération E26 est très simple et rapide : elle est réalisée en dissolvant le métal, par exemple dans un bain d'acide de gravure d'aluminium (mélange HNO_3 , H_3PO_4 , CH_3COOH , H_2O). La composition du bain doit être adaptée au métal constituant la couche inférieure pour en permettre la dissolution, de manière connue de l'homme de métier. Ainsi, le matériau de la couche inférieure est intégralement dissout. Dans la solution de l'état de la technique rappelée précédemment, seule la couche intermédiaire 3 d'oxyde de silicium est dissoute, la deuxième plaquette 4 inférieure en silicium se sépare ensuite de la plaquette supérieure por-

tant les composants.

[0030] Ainsi, ce deuxième mode de réalisation reste de même très simple, puisque la séparation finale du composant horloger 29, par la suppression des résidus de fabrication comme la résine et la couche inférieure, qui se présente comme une couche métallique de support selon un mode de réalisation, comprend une étape de libération E26 grandement simplifiée par rapport au procédé de l'état de la technique qui utilise un support constitué de deux parties dont l'une correspond au matériau du composant, et qui ne peut de ce fait pas être dissoute chimiquement sans avoir préalablement protégé les composants gravés dans la première plaquette par une couche additionnelle.

[0031] Ainsi, le deuxième mode de réalisation décrit ci-dessus permet bien de simplifier fortement le procédé de fabrication d'un composant horloger. Il repose sur l'utilisation d'un support métallique pour une plaquette constituée d'un matériau micro-usinable, et sur la constatation inattendue qu'il est possible de fabriquer un composant horloger à partir d'un wafer comprenant une seule plaquette de matériau micro-usinable et une fine couche inférieure métallique, beaucoup plus fine que le support de l'état de la technique réalisé également en matériau micro-usinable. L'homme du métier aurait eu un préjugé négatif sur une telle solution, considérant notamment que le métal allait diffuser au sein du matériau micro-usinable en modifiant ses propriétés. L'homme du métier aurait également un préjugé négatif sur la faisabilité de ce procédé de fabrication, car les équipements de traitement sont en général conçus pour des wafers d'une certaine rigidité pour assurer la précision et la robustesse.

[0032] En remarque et par rapport au premier mode de réalisation, la couche inférieure métallique utilisée dans ce deuxième mode de réalisation présente en outre les autres avantages suivants :

- elle sert de couche d'arrêt lors de l'étape de gravure E24, elle permet de protéger le porte-plaquette en évitant qu'il ne soit exposé au bombardement ionique en fin de gravure ;
- elle évacue la chaleur produite dans les structures lors de la gravure (réaction chimique exothermique + bombardement ionique) ;
- elle permet aussi d'éviter les défauts qui peuvent apparaître dans certains cas en fond de gravure, souvent dénommés par leur terme anglais de « notching » ;
- elle protège la face inférieure de la couche en matériau micro-usinable, c'est-à-dire la plaquette, et maintient les composants gravés sur toute leur surface, évitant que les structures flexibles ne se déforment lors du gravage.

[0033] Ce deuxième mode de réalisation a été décrit sur la base d'une couche inférieure en métal. En variante, il est également possible de déposer ou faire croître une couche d'oxyde de silicium SiO_2 ou de polymère, par

exemple un film polymère de poly-p-xylylène mieux connu sous le nom de parylène, sur la face inférieure de la plaquette en matériau micro-usinable, qui remplit notamment la même fonction de rigidification qu'une couche métallique. L'étape de libération E26 consistera simplement en une dissolution de la couche de SiO₂ ou de polymère au moyen d'acides tels que des mélanges à base d'acide fluorhydrique ou par traitement plasma oxygène.

[0034] Finalement, le concept mis en oeuvre dans les deux modes de réalisation de l'invention décrits précédemment consiste à proposer un procédé de fabrication d'un composant horloger qui s'affranchit de l'étape de libération d'un support en matériau micro-usinable complexe et chronophage, en évitant d'utiliser un matériau micro-usinable comme support. Autrement dit, la totalité de l'épaisseur du matériau micro-usinable présent dans le wafer est utilisé pour former le composant horloger, sans fonction de support. Il ne comprend donc pas de plaquette de matériau micro-usinable utilisée pour la seule fonction de support : l'unique plaquette de matériau micro-usinable présente au sein du wafer 11, 21 est destinée à la formation d'au moins un composant horloger par gravure. Ainsi, dans les modes de réalisation précédents, le procédé ne comprend pas de gravure de matériau micro-usinable par la face inférieure du wafer pour faciliter l'étape de libération E6, mais uniquement une gravure par la face supérieure. Le composant horloger obtenu présente de préférence une épaisseur maximale correspondant sensiblement à l'épaisseur de l'ensemble du matériau micro-usinable (correspondant à la somme de l'épaisseur de toutes les couches en matériau micro-usinable dans le cas d'une plaquette multicouches) présent initialement dans le wafer servant à sa fabrication.

[0035] En variante, le procédé de fabrication d'un composant horloger peut également comprendre des étapes supplémentaires de traitement, réalisées avant ou après libération du composant de la résine et/ou du support métallique, telles qu'un amincissement de la plaquette de matériau micro-usinable ou du composant, une reprise mécanique ou par faisceau laser, un dépôt de revêtement, un traitement thermique d'oxydation, un nettoyage/dégraissage, etc.

[0036] Bien évidemment, le procédé de l'invention s'applique à la fabrication d'une multitude de composants horlogers. Le composant horloger peut être une entité prête à être montée dans un mouvement (par exemple un levier, un ressort, etc.) ou une pièce destinée à être assemblée à une ou plusieurs autres pièces du mouvement (par exemple un spiral à l'axe de balancier, une planche de roue à son axe, une ancre à la tige (ou axe) d'ancre, un balancier à l'axe de balancier, etc.). Alternativement, le composant horloger peut être un composant d'habillage, comme une aiguille. Ce procédé est particulièrement adapté à la fabrication de composants horlogers 2.5D (deux dimensions et demi) simples, d'épaisseur supérieure ou égale à 100 µm. Le deuxième mode de réalisation sera préféré pour les composants les plus

fragiles, présentant des structures fines, risquant d'être abimés, ou les plus souples, risquant de se déformer lors de l'étape de gravure, comme les ressorts spiraux ou encore les plus fines, notamment d'épaisseur inférieure à 100 microns. Le premier mode de réalisation sera préféré pour les composants moins fragiles, notamment plus massifs, comme les roues ainsi que pour des composants d'épaisseur strictement supérieure à 100 µm. Toutefois, les deux modes de réalisation restent adaptés pour la fabrication de tous ces composants horlogers.

[0037] Dans les exemples de réalisation décrits ci-dessus, la couche déposée qui sert comme masque pour la gravure est réalisée en une résine photosensible. Cette couche en résine photosensible peut être substituée par toute autre couche qui peut servir comme masque contre une attaque de type DRIE, par exemple une couche en oxyde de silicium, nitrure de silicium, métallique, etc. L'homme du métier choisira la couche adaptée pour convenir à ses besoins.

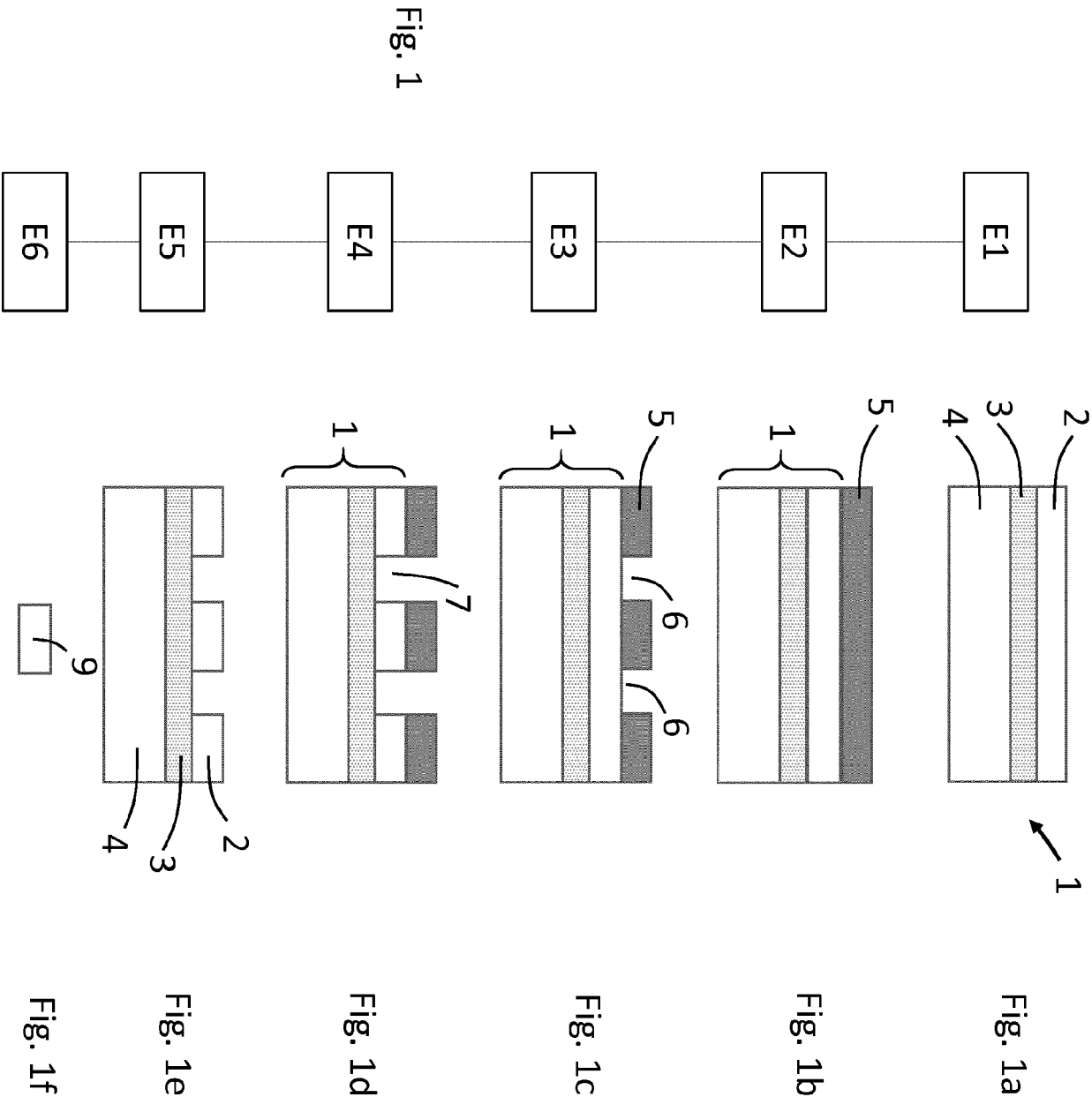
[0038] Dans les modes de réalisation de l'invention décrits précédemment, nous entendons par matériau micro-usinable tout matériau adapté pour le micro-usinage, incluant notamment tout matériau qui peut être gravé de manière directionnelle au travers d'un masque. Nous entendons de plus par micro-usinage l'ensemble des techniques permettant de venir réaliser des structures de taille micrométrique dans un matériau au travers d'un masque, comme par exemple les attaques chimiques ou la photolithographie. Le matériau micro-usinable utilisé dans les exemples de réalisation décrits ci-dessus est le silicium, mais peut être substitué par le silicium dopé, le silicium poreux, etc.... D'autres matériaux micro-usinables pourraient évidemment être utilisés, comme par exemple le diamant, le quartz, le saphir et la céramique. Il peut aussi s'agir d'un matériau hybride. Le matériau micro-usinable peut aussi être tout matériau microstructurable, suffisamment rigide pour pouvoir être manipulé. Ainsi, l'invention convient plus généralement à la fabrication d'un composant horloger constitué de ou comprenant un matériau dit « matériau du composant » qu'on peut découper au travers d'un masque. Avantagusement, ce matériau du composant sera travaillé à partir d'une plaquette d'épaisseur supérieure ou égale à 100 µm, agencée au sein d'un wafer, comme explicité dans les modes de réalisation décrits, ou plus généralement dans un wafer comprenant une couche comprenant un ou plusieurs matériau(x) du composant dont la totalité de l'épaisseur, de préférence supérieure ou égale à 100 µm, sera gravée pour former le composant. De plus, un tel wafer pourra éventuellement comprendre un support dans un autre matériau, notamment un métal ou un alliage métallique, dit matériau du support, différent du matériau du composant et compatible avec lui, c'est-à-dire n'étant pas affecté lors de la gravure du matériau du composant, telle que mise en oeuvre dans les étapes de gravure E14, E24 décrites précédemment. Avantagusement, l'épaisseur de l'éventuel support est très faible, inférieure ou égale à 10 µm, voire inférieure ou égale à

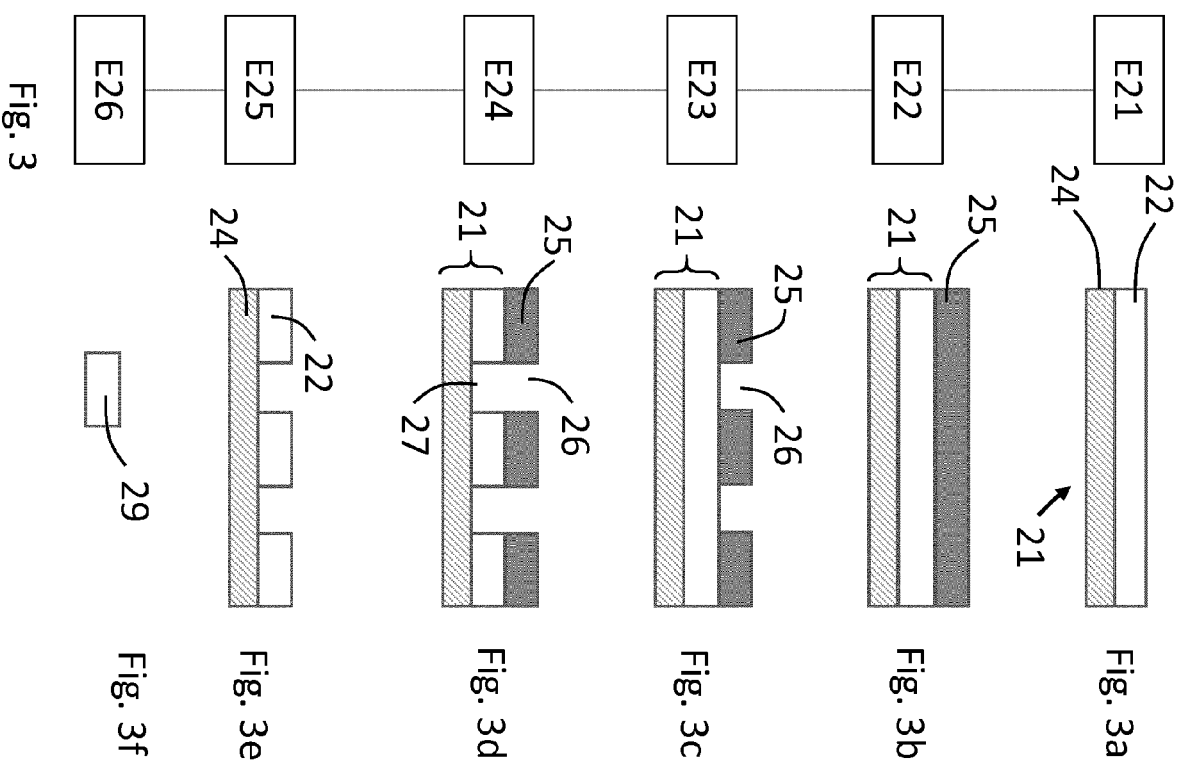
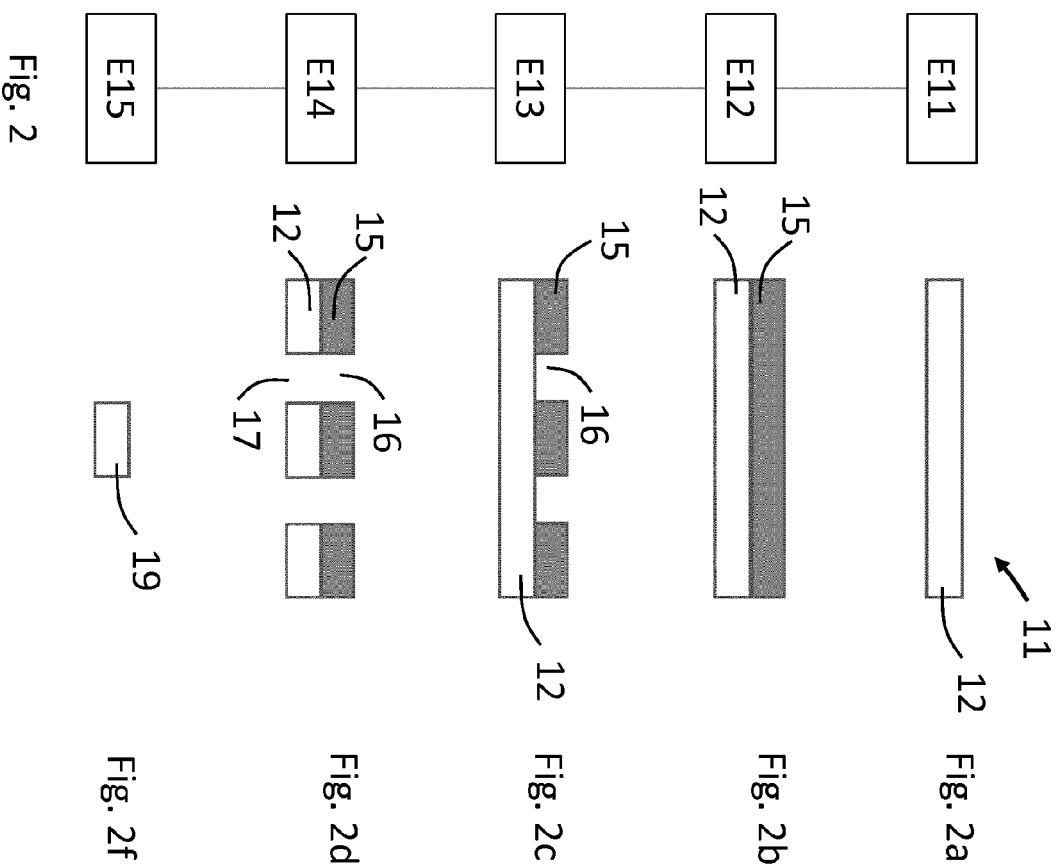
5 µm, voire inférieure ou égale 3 µm. De plus, cette épaisseur est de préférence supérieure ou égale à 0,5 µm. Cette épaisseur est donc considérée comme négligeable relativement à l'épaisseur de la plaquette en matériau du composant, du wafer, et du composant horloger fabriqué.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29), **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :
 - se munir (E11 ; E21) d'un wafer (11 ; 21) comprenant une seule plaquette (12 ; 22) comprenant un matériau du composant, notamment du silicium, du diamant, du quartz, du saphir ou de la céramique,
 - optionnellement revêtir au préalable la surface inférieure de ladite plaquette (22) par une couche inférieure (24),
 - graver (E12 à E14 ; E22 à E24) ladite plaquette (12 ; 22) du wafer (11 ; 21) à partir de sa surface supérieure pour former au moins un composant horloger,
 - révéler (E15 ; E25) au moins un composant horloger (19 ; 29), en retirant une couche ayant servi de masque pour la gravure,
 - et optionnellement libérer (E26) ladite plaquette et le au moins un composant horloger gravé par enlèvement de la couche inférieure (24).
2. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à se munir d'un wafer (11 ; 21) comprend une étape consistant à se munir d'un wafer (11 ; 21) d'épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur maximale du composant horloger (19 ; 29) à fabriquer.
3. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de gravure (E12 à E14 ; E22 à E24) du matériau du composant de la plaquette (12 ; 22) dans toute l'épaisseur de l'ensemble du matériau du composant présent dans le wafer (11 ; 21) et/ou dans toute l'épaisseur de la plaquette (12 ; 22) du wafer (11 ; 21).
4. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à se munir (E11) d'un wafer (11) consiste à se munir d'un wafer (11) constitué de la seule plaquette (12) en matériau du composant.
5. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite plaquette (12) comprend une épaisseur supérieure ou égale à 100 microns, voire supérieure ou égale à 120 microns.
6. Procédé de fabrication d'un composant horloger (29) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de revêtement de la surface inférieure de la plaquette (22) par une couche inférieure (24) métallique, ou d'oxyde de silicium SiO₂ ou de film polymère.
7. Procédé de fabrication d'un composant horloger (29) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape de revêtement comprend le revêtement de la surface inférieure de la plaquette (22) par une couche inférieure (24) en métal, notamment en aluminium, en or ou en platine, déposée sur la plaquette (22), notamment par une technique de dépôt physique en phase vapeur ou de dépôt chimique en phase vapeur ou de croissance électrolytique, ou assemblée à la plaquette (22).
8. Procédé de fabrication d'un composant horloger (29) selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'étape de revêtement comprend le revêtement de la surface inférieure de la plaquette (22) par une couche inférieure (24) d'épaisseur inférieure ou égale à 10 µm, voire inférieure ou égale à 5 µm, voire inférieure ou égale 3 µm, et/ou supérieure ou égale à 0,5 µm.
9. Procédé de fabrication d'un composant horloger (29) selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de libération (E26) consistant à retirer la couche inférieure (24) du matériau du composant du wafer (22).
10. Procédé de fabrication d'un composant horloger (29) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape de libération (E26) consiste à dissoudre la couche inférieure (24), notamment dans un bain d'acide ou par traitement plasma oxygène.
11. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaquette (12 ; 22) du wafer (11 ; 21) présente une épaisseur inférieure ou égale à 300 microns, voire inférieure ou égale à 500 microns.
12. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape ultérieure de traitement thermique d'oxydation, et/ou de nettoyage/dégraissage du au moins un composant horloger.

13. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend la fabrication d'une entité pour un mouvement horloger comme un levier ou un ressort, un ressort-spiral, une planche de roue, une ancre ou un balancier, ou la fabrication d'une entité pour un composant d'habillage comme une aiguille. 5
14. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau du composant comprend du silicium, du diamant, du quartz ou de la céramique. 10 15
15. Procédé de fabrication d'un composant horloger (19 ; 29) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de gravure de ladite plaquette (12; 22) du wafer (11 ; 21) comprend la réalisation d'attaches permettant le maintien temporaire d'au moins un composant horloger gravé à la plaquette (12 ; 22) dans laquelle il est gravé. 20 25 30 35 40 45 50 55







RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 20 5320

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 0 732 635 A1 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 18 septembre 1996 (1996-09-18)	1,3, 12-15	INV. G04B15/14 G04B17/06 G04B19/04 G04B13/02
A	* revendication 7 * * colonne 3, lignes 3-5 * * colonne 6, lignes 19-20 * * colonne 7, ligne 55 * * figure 1 *	2,4-11	
A	WO 2013/087173 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 20 juin 2013 (2013-06-20) * revendication 1; figure 4a *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		31 mai 2018	Sigrist, Marion
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 20 5320

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

31-05-2018

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
10	EP 0732635	A1	18-09-1996	DE 69608724 D1	13-07-2000
				DE 69608724 T2	08-02-2001
				EP 0732635 A1	18-09-1996
15				FR 2731715 A1	20-09-1996

	WO 2013087173	A1	20-06-2013	CN 103988133 A	13-08-2014
				EP 2791739 A1	22-10-2014
				HK 1200927 A1	14-08-2015
20				JP 5848461 B2	27-01-2016
				JP 2015505961 A	26-02-2015
				RU 2014128595 A	10-02-2016
				US 2014341005 A1	20-11-2014
				WO 2013087173 A1	20-06-2013
25	-----				
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82