



(21)申請案號：105124635

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl. : **G04B31/08 (2006.01)**

(30)優先權：2015/09/08 歐洲專利局 15184188.9

(71)申請人：尼瓦克斯 法爾公司 (瑞士) NIVAROX-FAR S. A. (CH)
瑞士

(72)發明人：杜包斯 菲利浦 DUBOIS, PHILIPPE (CH)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：8 共 17 頁

(54)名稱

包括潤滑表面的微機械時計零件及用於製造此微機械時計零件的方法

MICROMECHANICAL TIMEPIECE PART COMPRISING A LUBRICATED SURFACE AND
METHOD FOR PRODUCING SUCH A MICROMECHANICAL TIMEPIECE PART

(57)摘要

本發明關於一種包括矽基金底(1)的微機械時計零件，矽基金底(1)具有至少一表面，該表面的至少一部分具有細孔(2)，細孔(2)在微機械時計零件的外表面處對外開口且包括摩潤劑(5)。

本發明還關於一種用於從矽基金底(1)開始製造微機械時計零件的方法，矽基金底(1)具有至少一表面，該表面的至少一部分被由摩潤劑(5)潤滑，該方法依序包括以下的步驟：a)在矽基金底(1)的表面的部分的表面上形成細孔(2)；b)將摩潤劑(5)沉積在細孔(2)中。

The invention relates to a micromechanical timepiece part comprising a silicon-based substrate (1) having at least one surface, at least one part of said surface having pores (2) which open out at the external surface of the micromechanical timepiece part and comprise a tribological agent (5).

The invention likewise relates to a method for producing a micromechanical timepiece part starting from a silicon-based substrate (1), said silicon-based substrate having at least one surface, at least one part of which is lubricated by a tribological agent (5), said method comprising, in order, the steps of: a) forming pores (2) on the surface of the part of said surface of said silicon-based substrate (1), b) depositing said tribological agent (5) in said pores (2).

指定代表圖：

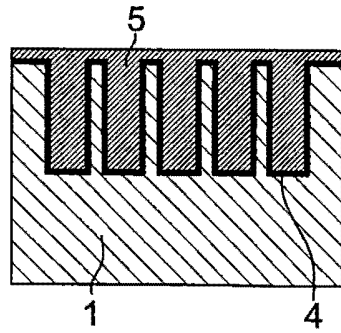
符號簡單說明：

1 . . . 矽基金底

4 . . . 潤濕劑

5 . . . 摩潤劑

圖 5



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

包括潤滑表面的微機械時計零件及用於製造此微機械時計零件的方法

Micromechanical timepiece part comprising a lubricated surface and method for producing such a micromechanical timepiece part

【技術領域】

本發明關於一種包含矽基基底的微機械時計零件，矽基基底藉由摩潤劑的方式被潤滑。本發明亦關於一種用於製造這種微機械時計零件的方法。

【先前技術】

矽為一種越來越多地被使用在微機械時計零件的製造中的材料，特別是保持為被連接到它們已在其上被加工的矽基基底的零件。

相較於被用來作為用於製造微機械時計零件(例如，齒輪)或擒縱件(escapement)的部件的標準之金屬或合金，矽具有許多優點。其為重量非常輕但非常堅固的材料，這使得其因此能夠使其具有降低許多的慣性並因此提高了效率。矽同樣使其能夠去製造複雜或整體的零件。

但是，正如同在鐘錶製造被更多地使用來作為標準的其他材料，從矽基基底所製成的時計零件必須要潤滑。

例如，已知使用非常流動的潤滑劑，其在低接觸壓力的情況下促進低的摩擦係數。然而，由於潤滑膜的破裂，尤其是在較高的接觸壓力期間，此種潤滑劑具有使其效果減弱的缺點。已知的是超潤滑技術，其係基於被沉積在表面上的聚合物刷(polymer brush)的形成，以及其以具有與聚合物刷的親合力(affinity)之潤滑劑的浸漬，使其能夠大幅地減少對於廣範圍的應力之摩擦力。這些非常彈性的聚合物刷當它們被潤滑劑浸漬時再次被整頓，因此形成一種充滿潤滑劑的海綿。根據摩擦條件，在大的接觸壓力期間，纖維可被輕易地壓縮並將潤滑劑恢復成接觸狀態。此結果為較厚的潤滑膜的形成，導致摩擦係數的實質降低以及磨損。然而，在長時間的應力下，這些聚合物刷因降解(磨損、表面的擦痕)而被耗盡，這使得其不再能夠作為確保其功能的聚合物刷塗層。

因此，需要提出一種新的用於潤滑基於矽的微機械時計零件的方法，使得其能夠在要被潤滑的時計零件的表面上包含足夠量的潤滑劑，以降低包含此時計零件的時計機心之維修服務的頻率。

亦需要提出一種新的用於潤滑矽基微機械時計零件的方法，使得其能夠建立允許磨損及摩擦係數的顯著減少之潤滑條件，以增加可靠性、效率，並因此增加包含此時計零件的鐘錶機心的動力儲備(power reserve)，且事實上用於廣範圍的應力。

【發明內容】

為此目的，本發明關於一種包括矽基基底的微機械時計零件，矽基基底具有至少一表面。

根據本發明，矽基基底的表面的至少一部分具有細孔，細孔在微機械時計零件的外表面處對外開口，細孔包括摩潤劑(tribological agent)。

本發明還關於一種用於從矽基基底開始製造微機械時計零件的方法，矽基基底具有表面，該表面的至少一部分被由摩潤劑潤滑，該方法依序包括以下的步驟：

a)在矽基基底的表面的部分的表面上形成細孔；

b)將摩潤劑沉積在細孔中。

從矽基基底的表面開始的細孔的形成使得其能夠形成多孔、矽基超結構(superstructure)，此超結構具有一定程度的彈性且能夠藉由變形而應付各種壓力條件。此外，此種類型的結構具有腔室，這使得其能夠以持久的方式包含大量的潤滑劑儲備。

此外，在聚合物刷被沉積在多孔、矽基超結構上的情況下，所得到的塗層能夠被以潤滑劑填充，以及當這些聚合物刷被壓縮時能夠恢復。此塗層亦有助於使潤滑劑滲透進入到多孔、矽基超結構的腔室中。

【圖式簡單說明】

本發明的目標、優勢及特徵在本發明的數個實施例的以下詳細說明中將顯得更為清楚，本發明的數個實施例的

以下詳細說明僅以非限制性例子的方式被提供且藉由所附的圖式被顯示出來，其中：

- 圖 1 至圖 2 示意性地顯示根據本發明的製造方法的第一實施例的步驟；

- 圖 3 至圖 5 示意性地顯示根據本發明的製造方法的第二實施例的步驟；以及

- 圖 6 至圖 8 示意性地顯示根據本發明的製造方法的第三實施例的步驟。

【實施方式】

參照圖 1 及圖 2，根據本發明之從矽基基底 1 開始製造被由摩潤劑潤滑的微機械時計零件的方法首先包括步驟 a)，在對應到要被潤滑的區域之矽基基底 1 的區域上，步驟 a)從矽基基底 1 的表面開始形成細孔 2。細孔 2 被設計成在微機械時計零件的外表面處對外開口。隨著要被形成的微機械時計零件的功能而選定矽基基底 1。在本發明的方法的實施之前或之後，隨著要被製造出來的微機械時計零件的功能，給出矽基基底 1 的最終形狀。在本發明中，詞句「矽基基底」係敘述在基底中的矽層以及由矽所製成的基底兩者。較佳地，矽基基底 1 為矽晶圓或矽晶絕緣體 (Silicon-on-Insulator, SOI) 晶圓。細孔較佳地可被形成在垂直於基底的平面之表面上 (亦即，在微機械時計零件之受到摩擦的側上)，但同樣可被形成在平行於基底的平面之表面上。

較佳地，此步驟 a)可藉由從包含藉由電化學蝕刻 (electrochemical etching)的方法、《 Stain-etch 》型的方法、以及《 MAC-Etch 》型的方法的群組選出的方法來達成。

藉由電化學蝕刻的方法可為藉由電化學陽極化處理 (anodisation)的方法。其實施需要使用電化學槽，電化學槽在水溶液中含有氫氟酸(hydrofluoric acid)或被與 1 到 10%濃度的乙醇混合。電流及電極為必要的，以建立造成矽的蝕刻之電化學條件。根據電化學條件，可得到各種類型的細孔。這種方法為本領域技術人士所習知的，且在此不需要詳細的資訊。

《 Stain-etch 》型的方法係基於直接造成多孔矽的形成之矽的濕蝕刻 (moist etching)。一般而言，蝕刻藉由具有 50—500 : 1 的 HF : HNO₃ 比率之 HF/HNO₃/H₂O 溶液而發生。此方法具有不需要在槽中的電力供應的優點。此方法為本領域技術人士所習知的，且在此不需要詳細的資訊。

較佳地，步驟 a)藉由《 MAC-Etch 》型的方法來達成。此方法係基於貴金屬 (noble metal)的粒子的使用，以催化局部化學蝕刻反應。一般而言，貴金屬(金、銀、鉑)之非常薄的層 (10-50 nm)以隨機的方式或藉由剝離、蝕刻、雷射等被沉積且結構化。較佳地，貴金屬為金。具體而言，其較佳地可使用在 HF/H₂O₂ 混合物中的溶液中的金粒子。粒子的大小可為介於 5 及 1000 nm 之間。藉由金的微影製程、蝕刻或剝離，可得到此結構。另一個選擇為非常細微

的非封閉層 (5 – 30nm) 的蒸發或陰極噴塗 (cathodic pulverisation)(濺鍍)。熱處理將能夠促進金的區塊(islet)的形成。

當具有貴金屬層的矽被浸入 HF/H₂O₂ 混合物的水溶液中時，貴金屬局部地催化矽的溶解。此蝕刻溶液一般可包括 4 ml : 1 ml : 8 ml (48% HF : 30% H₂O₂ : H₂O) 和 4 ml : 1 ml : 40 ml (48% HF : 30% H₂O₂ : H₂O) 之間。矽的溶解在金屬的情況下優先被產生，在後的滲透接著逐步地進入到矽當中。根據實質上受到矽晶體的定向、表面沉積、摻雜以及槽的化學反應的影響之擴散模式，此反應可被持續到大的深度(大於 100 μm)。「MAC-Etch」型的方法具有不需要在槽中的電力供應的優點，同時允許在矽中形成非常大深度(大於 100 μm)的細孔。因此，其為特別適合一般被用於製造時計部件之以 SOI 晶圓作為基底的使用。

本領域技術人士熟知要被實施的上述方法的參數，以使得形成在矽基基底中的細孔具有適當的幾何形狀及大小。

尤其是，細孔較佳地可具有介於 5 及 100 之間的縱橫因子(深度：直徑比率)。

較佳地，細孔可具有大於 100 μm 的深度，較佳地大於 200 μm 的深度，且更佳地大於 300 μm 的深度。

如圖 2 所示，在矽基基底 1 中的細孔 2 的形成超過一定深度導致在細孔 2 之間之同樣深度的矽基柱 3 的形成。較佳地，當考量到矽基柱為具有圓形截面時，細孔 2 被形

成為使得矽基柱 3 的投影表面少於總外觀表面的 79%，為了不具備相互接觸之矽基柱。

根據本發明的方法之第二步驟 b)包括在細孔 2 中於柱 3 之間沉積摩潤劑。摩潤劑為一種潤滑劑且可為液體(例如，以水溶液的形式)或為乾燥的。較佳地，此種摩潤劑為全氟碳化物聚合物(perfluorocarbonated polymer)，例如，聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene, PTFE)，或是任何其他摩潤劑或適當的潤滑劑。

根據依據本發明的方法之第一實施例，根據步驟 b)，摩潤劑被直接地沉積在矽基基底的細孔 2 中。此步驟 b)可藉由薄膜沉積的方法(例如，CVD、iCVD、PECVD)而被產生。可應用適當的熱處理，以使摩潤劑在 100°C 到 300°C 的等級的溫度下聚合。因此，大量的摩潤劑可被儲存在靠近矽基基底的表面，同時保持表面之表觀硬度(apparent hardness)，表觀硬度因為矽而相對地被增加。

以特別有利的方式，根據步驟 a)，在矽基基底 1 中形成細孔 2 的方法的參數被選擇為使細孔 2 具有適當的幾何形狀及尺寸，使得形成在細孔 2 之間的柱 3 包括矽基纖維 3'。這些纖維 3'具有介於 5 及 100 之間的縱橫因子(深度：直徑比率)。根據依據本發明的方法之步驟 b)，纖維形成彈性超結構且最後被以摩潤劑浸漬，摩潤劑被選擇以利於細孔的潤濕。

根據本發明的方法之另外兩個實施例，可使用包括矽基纖維的基底。

更具體地，參照圖 3 至圖 5，根據依據本發明的方法之第二實施例係提供來，根據步驟 a)，在矽基基底 1 中製造細孔 2，以在細孔 2 之間形成纖維 3'形式的柱 3，如圖 3 所示。因此，在步驟 a)及步驟 b)之間，步驟 c)被提供來在矽基纖維 3'的壁上沉積摩潤劑的至少一潤濕劑(wetting agent)4。潤濕劑 4 被選擇以利於摩潤劑的潤濕及滲透。其被應用以形成非常薄的層(數奈米)，以使矽基纖維 3'的壁功能化。接著，根據步驟 b)，矽基纖維 3'被以摩潤劑 5 浸漬，摩潤劑 5 被選擇以利於細孔 2 的潤濕。

參照圖 6 至圖 8，根據依據本發明的方法的第三實施例係提供來，根據步驟 a)，在矽基基底 1 中製造細孔 2，以在細孔 2 之間形成纖維 3'形式的柱 3，如圖 6 所示。在步驟 a)及步驟 b)之間，步驟 d)因此被提供來在矽基纖維 3'的壁上沉積至少一聚合物刷 6。這種聚合物刷 6，例如，在 WO 2012/152512 及 WO 2014/009059 的公開案中被說明。聚合物刷具有相較於矽基纖維的長度之較小長度的纖維，使得聚合物纖維藉由更具有機械性抗性的矽基纖維而被保護。接著，根據步驟 b)，矽基纖維 3'及聚合物刷 6 被以摩潤劑 5 浸漬，摩潤劑 5 被選擇以利於潤濕。

本發明還關於一種微機械時計零件，其能夠藉由上述的方法被得到。此微機械時計零件包括具有至少一表面的矽基基底 1，此表面尤其能夠終止在與另一個微機械時計零件的表面的接觸，相對於另一個微機械時計零件，此微機械時計零件為可動的一個微機械時計零件。

根據本發明，該表面的至少一部分具有細孔 2，細孔 2 在微機械時計零件的外表面處對外開口，該等細孔 2 包括摩潤劑。

較佳地，細孔 2 被製造以在該等細孔之間形成矽基纖維 3'。

根據一實施例，矽基纖維 3' 可包括被以用於摩潤劑 5 的至少一潤濕劑 4 覆蓋的壁，矽基纖維被以摩潤劑 5 浸漬。

根據另一實施例，矽基纖維 3 可包括被以至少一聚合物刷 6 覆蓋的壁，矽基纖維 3' 及聚合物刷 6 被以摩潤劑 5 浸漬。

根據本發明的方法使得其能夠直接地在矽基基底的材料中以受到控制的幾何形狀和機械彎曲的特性製造出纖維，這使得其能夠，在使用聚合物刷的情況下，維持在寬範圍的摩擦條件下的超潤滑(supra-lubrication)行為，同時增加可靠性。因此，根據本發明的方法使得其能夠補償一般被用於超潤滑中的聚合物刷之機械阻力(mechanical resistance)的不足。所形成的矽基纖維的結構構成潤滑劑的儲槽，其能夠隨著應力的作用將足夠量的潤滑劑恢復到接觸中。

隨著所欲的摩擦條件及摩潤目標的功能，可優化細孔的幾何形狀及矽基纖維的幾何形狀。矽基基底的結構可從矽基纖維延伸到開口，且無序的細孔形成海綿層。

【符號說明】

1：矽基基底

2：細孔

3：矽基柱

3'：矽基纖維

4：潤濕劑

5：摩潤劑

6：聚合物刷

發明摘要

※申請案號：105124635

※申請日：105 年 08 月 03 日

※IPC 分類：

G04B 31/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

包括潤滑表面的微機械時計零件及用於製造此微機械
時計零件的方法

Micromechanical timepiece part comprising a lubricated surface and
method for producing such a micromechanical timepiece part

【中文】

本發明關於一種包括矽基基底(1)的微機械時計零件，矽基基底(1)具有至少一表面，該表面的至少一部分具有細孔(2)，細孔(2)在微機械時計零件的外表面處對外開口且包括摩潤劑(5)。

本發明還關於一種用於從矽基基底(1)開始製造微機械時計零件的方法，矽基基底(1)具有至少一表面，該表面的至少一部分被由摩潤劑(5)潤滑，該方法依序包括以下的步驟：

- a)在矽基基底(1)的表面的部分的表面上形成細孔(2)；
- b)將摩潤劑(5)沉積在細孔(2)中。

【 英文 】

The invention relates to a micromechanical timepiece part comprising a silicon-based substrate (1) having at least one surface, at least one part of said surface having pores (2) which open out at the external surface of the micromechanical timepiece part and comprise a tribological agent (5).

The invention likewise relates to a method for producing a micromechanical timepiece part starting from a silicon-based substrate (1), said silicon-based substrate having at least one surface, at least one part of which is lubricated by a tribological agent (5), said method comprising, in order, the steps of:

- a) forming pores (2) on the surface of the part of said surface of said silicon-based substrate (1),
- b) depositing said tribological agent (5) in said pores (2).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：矽基基底

4：潤濕劑

5：摩潤劑

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

申請專利範圍

1. 一種包括矽基基底(1)的微機械時計零件，該矽基基底(1)具有至少一表面，其中，該表面的至少一部分具有細孔(2)，該等細孔(2)在該微機械時計零件的外表面處對外開口，且包括摩潤劑(5)。

2. 如申請專利範圍第 1 項之微機械時計零件，其中，該等細孔(2)具有介於 5 及 100 之間的縱橫因子(深度：直徑比率)。

3. 如申請專利範圍第 1 項之微機械時計零件，其中，該等細孔(2)具有大於 100 μm 的深度。

4. 如申請專利範圍第 3 項之微機械時計零件，其中，該等細孔(2)具有大於 200 μm 的深度。

5. 如申請專利範圍第 4 項之微機械時計零件，其中，該等細孔(2)具有大於 300 μm 的深度。

6. 如申請專利範圍第 1 項之微機械時計零件，其中，該微機械時計零件在該等細孔(2)之間包括矽基纖維(3')。

7. 如申請專利範圍第 6 項之微機械時計零件，其中，該等矽基纖維(3')具有介於 5 及 100 之間的縱橫因子(深度：直徑比率)。

8. 如申請專利範圍第 6 項之微機械時計零件，其中，該等矽基纖維(3')包括被用於該摩潤劑(5)的至少一潤濕劑(4)所覆蓋的壁，該等矽基纖維(3')被以該摩潤劑(5)浸漬。

9. 如申請專利範圍第 6 項之微機械時計零件，其中，該等矽基纖維(3')包括被至少一聚合物刷(6)所覆蓋的壁，該等矽基纖維(3')及該聚合物刷(6)被以該摩潤劑(5)浸漬。

10. 如申請專利範圍第 1 項之微機械時計零件，其中，該摩潤劑(5)為全氟碳化物聚合物。

11. 如申請專利範圍第 1 項之微機械時計零件，其中，該矽基基底(1)為矽晶圓或矽晶絕緣體(Silicon-on-Insulator)晶圓。

12. 一種用於從矽基基底(1)開始製造微機械時計零件的方法，該矽基基底具有表面，該表面的至少一部分被摩潤劑(5)潤滑，該方法依序包括以下的步驟：

a)在該矽基基底(1)的該表面的該部分的表面上形成細孔(2)；

b)將該摩潤劑(5)沉積在該等細孔(2)中。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中，該等細孔(2)被設計以在該等細孔之間形成矽基纖維(3')。

14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其在步驟 a)及步驟 b)之間包括在該等矽基纖維(3')的壁上沉積用於該摩潤劑(5)的至少一潤濕劑(4)的步驟 c)。

15. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其在步驟 a)及步驟 b)之間包括在該等矽基纖維(3')的壁上沉積至少一聚合物刷(6)的步驟 d)。

16. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中，步驟 a)

藉由從包含藉由電化學蝕刻的方法、**« Stain-etch »**型的方法、以及**« MAC-Etch »**型的方法的群組中所選出的方法來完成。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中，步驟 a) 藉由**« MAC-Etch »**型的方法來完成。

18. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中，步驟 b) 藉由薄膜沉積的方法來完成。

圖式

圖 1

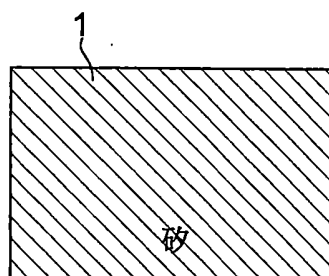


圖 2

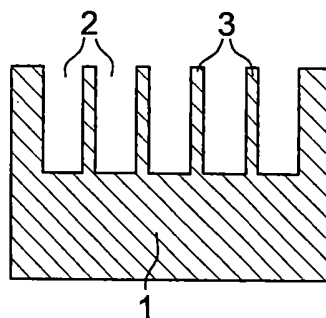


圖 3

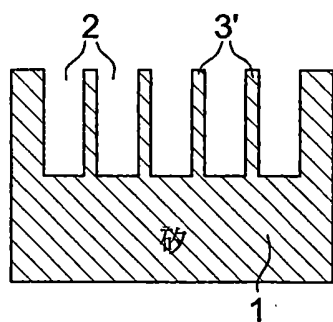


圖 4

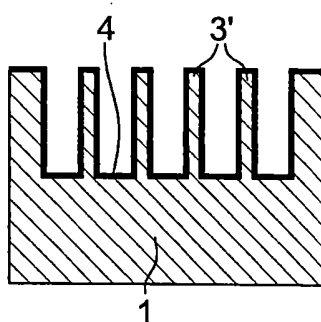


圖 5

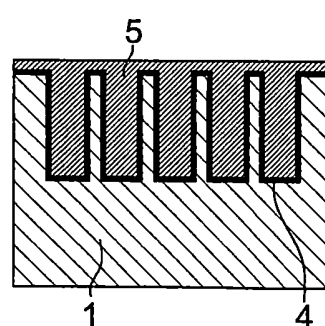


圖 6

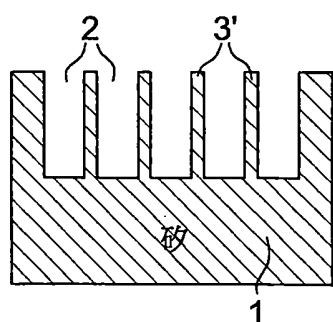


圖 7

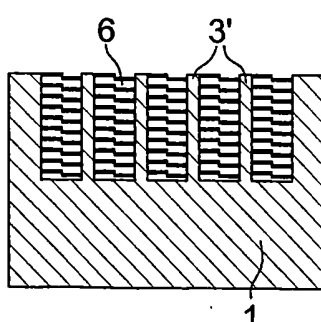


圖 8

