



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I773091 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：110101895

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 19 日

(51)Int. Cl.：

H01L21/316 (2006.01)**H01L21/3065(2006.01)****G04B31/06 (2006.01)****H01L21/84 (2006.01)**

(30)優先權：2020/02/12

歐洲專利局

20156902.7

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

瑞士

(72)發明人：卡森 皮爾 CUSIN, PIERRE (CH)；甘德曼 艾力克斯 GANDELHMAN, ALEX

(CH)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200713521A

CH 703464A2

EP 3326963A1

EP 3435172A2

審查人員：林弘恩

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：11 共 25 頁

(54)名稱

製造具有可撓曲翼片之用於時計的單件式矽裝置的方法

(57)摘要

本發明係關於一種具有可撓曲翼片(2, 3)的單件式矽裝置(尤其是，用於時計之例如具有交叉式翼片的樞軸)，以及關於一種製造該矽裝置的方法。

該方法包含下面的步驟：

用 SOI 型晶圓形成單件式矽裝置(1)的空白片的步驟(21)，該裝置(1)包含兩個可撓曲翼片(2, 3)，每一翼片被形成在該 SOI 晶圓的不同層內，該等翼片(2, 3)被安排在兩個不同的實質平行的平面內，該等翼片(2, 3)被一間隙(7)分開，

在該等翼片(2, 3)的至少一者的表面上生長第一矽氧化物層以界定該間隙，該第一矽氧化物層是由一或多片該等翼片(2, 3)的矽的第一子層形成，

去除該第一矽氧化物層以增加該兩個翼片(2, 3)之間的該間隙(7)。

The invention relates to a one-piece silicon device with flexible blades (2, 3), in particular for timepieces, for example a pivot with crossed blades, and to a method for manufacturing the device (1).

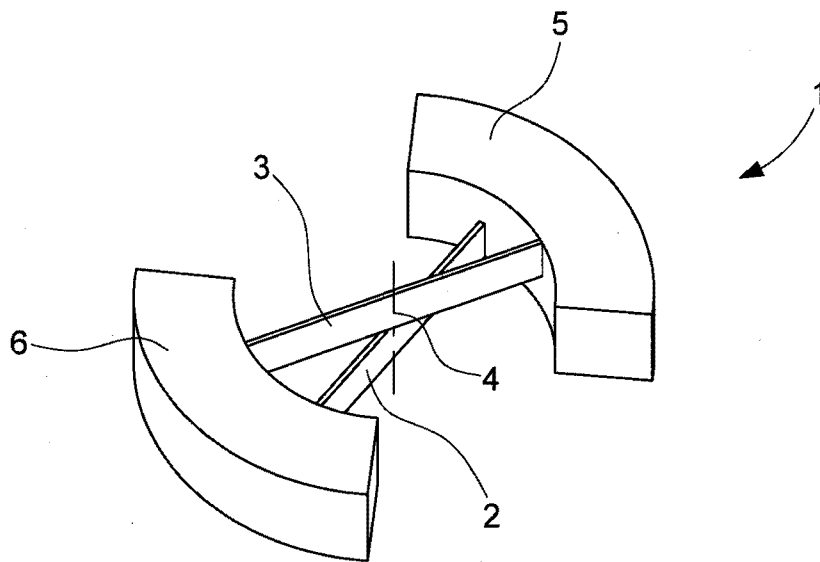
The method comprises the following steps of:

- forming (21) a one-piece silicon device (1) blank from a wafer of the SOI type, the device (1) comprising two flexible blades (2, 3), each formed in a different layer of the SOI wafer, the blades (2, 3) being arranged in two different substantially parallel planes, the blades (2, 3) being separated by a clearance (7),

- growing a first silicon oxide layer on the surface of at least one of the blades (2, 3) bordering the clearance, the first silicon oxide layer being formed from a first sub-layer of silicon of the one or more blades (2, 3),

- removing the first silicon oxide layer to increase the clearance (7) between the two blades (2, 3).

指定代表圖：



【圖 2】

符號簡單說明：

1: 樞軸/矽裝置

2: 翼片

3: 翼片

4: 交叉點

5: 第一元件

6: 第二元件



I773091

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

製造具有可撓曲翼片之用於時計的單件式矽裝置的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR MANUFACTURING A ONE-PIECE SILICON
DEVICE WITH FLEXIBLE BLADES, IN PARTICULAR FOR
TIMEPIECES

【中文】

本發明係關於一種具有可撓曲翼片(2, 3)的單件式矽裝置(尤其是, 用於時計之例如具有交叉式翼片的樞軸), 以及關於一種製造該矽裝置的方法。

該方法包含下面的步驟：

用SOI型晶圓形成單件式矽裝置(1)的空白片的步驟(21), 該裝置(1)包含兩個可撓曲翼片(2, 3), 每一翼片被形成在該SOI晶圓的不同層內, 該等翼片(2, 3)被安排在兩個不同的實質平行的平面內, 該等翼片(2, 3)被一間隙(7)分開,

在該等翼片(2, 3)的至少一者的表面上生長第一矽氧化物層以界定該間隙, 該第一矽氧化物層是由一或多片該等翼片(2, 3)的矽的第一子層形成,

去除該第一矽氧化物層以增加該兩個翼片(2, 3)之間的該間隙(7)。

【 英文 】

The invention relates to a one-piece silicon device with flexible blades (2, 3), in particular for timepieces, for example a pivot with crossed blades, and to a method for manufacturing the device (1).

The method comprises the following steps of:

- forming (21) a one-piece silicon device (1) blank from a wafer of the SOI type, the device (1) comprising two flexible blades (2, 3), each formed in a different layer of the SOI wafer, the blades (2, 3) being arranged in two different substantially parallel planes, the blades (2, 3) being separated by a clearance (7),

- growing a first silicon oxide layer on the surface of at least one of the blades (2, 3) bordering the clearance, the first silicon oxide layer being formed from a first sub-layer of silicon of the one or more blades (2, 3),

- removing the first silicon oxide layer to increase the clearance (7) between the two blades (2, 3).

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1:樞軸/矽裝置

2:翼片

3:翼片

4:交叉點

5:第一元件

6:第二元件

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

製造具有可撓曲翼片之用於時計的單件式矽裝置的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR MANUFACTURING A ONE-PIECE SILICON
DEVICE WITH FLEXIBLE BLADES, IN PARTICULAR FOR
TIMEPIECES

【技術領域】

【0001】本發明係有關於一種具有可撓曲翼片的單件式矽裝置，尤其是，用於時計之例如具有交叉式翼片的樞軸，其被用作為與已知的慣性平衡件(*inertial balance*)合作的補償器以形成具有預定頻率的共振器。

【先前技術】

【0002】以可撓曲翼片為主的振盪器經常是用矽製造的，因此受惠於此材料在微型加工(DRIE)方面的性能水平。這些振盪器的一個特別分類是具有俗稱“交叉翼片”的樞軸，其具有兩個被形成在兩個實質平行的平面的兩個分開的層上的翼片且兩翼片彼此交叉。這些樞軸允許元件(例如，振盪機構的平衡件或擒縱器的托板桿(*pallet-lever*))轉動地振盪。

【0003】這些樞軸可用不同的方式製造。第一種方法包含了製造兩個分開的翼片並將它們組裝起來同時在翼片之間留間隙。此種方法可允許在翼片之間選擇足夠的間隙以防止它們彼此敲擊。然而，翼片相對於彼此的安排並不是一直都很精確，這降低了樞軸關於計時方面的性能水平。

【0004】第二種方法包含了藉由加工SOI型的矽晶圓的兩個層來製造單件式樞軸。此方法在安排該等翼片相對於彼此方面很有效率，但此方法不允許在翼片之間有夠寬的安全間隙來防止在樞軸轉動時翼片彼此敲擊。更具體地，該間隙取決於將SOI晶圓的該兩個層結合的氧化物的厚度，該厚度遠小於所需的安全間隙。

【發明內容】

【0005】本發明的目的是要藉由提充一種製造具有可撓曲翼片的單件式矽裝置的方法來克服所有或部分前面提到的缺點，其中介於翼片的平面之間的安全間隙(尤其是其寬度)是足夠的。

【0006】為此，本發明係關於一種製造具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置(尤其是，用於時計之例如具有交叉式翼片的樞軸)的方法，該方法包含下面的步驟：

用SOI型晶圓形成單件式矽裝置的空白片(blank)，該裝置包含兩個可撓曲的翼片，每一翼片被形成在該SOI晶圓的不同層內，該等翼片被安排在兩個不同的實質平行的

平面內，該等翼片被一間隙分開，

在該等翼片的至少一者的表面上生長第一矽氧化物層以界定該間隙，該第一矽氧化物層是由一或多片該等翼片的矽的第一子層形成，

去除該第一矽氧化物層以增加該兩個翼片之間的該間隙。

【0007】一種具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置(例如，具有交叉式翼片的樞軸)因而被獲得，其在該等翼片之間有足夠安全間隙用以在該裝置操作時防止該等翼片碰撞。更具體地，當矽氧化物層生長在矽上時，該矽的子層本身即被氧化，使得當該矽氧化物層被蝕刻去除掉時，該矽的該子層從最初的矽質量被去除掉。最終的矽體積相比於最初的矽體積因而被減小。

【0008】因此，藉由此效應，介於該等翼片之間間隙可藉由重複包含生長矽氧化物然後去除該矽氧化物層的操作而被加大。每次矽氧化物層被去除，該間隙就被加大。

【0009】依據本發明的一特定實施例，該方法包含下面的步驟：

在該等翼片的至少一者的該表面上生長第二矽氧化物層以界定該間隙，該第二矽氧化物層是由該一或多片該等翼片的矽的第二子層形成，

去除該第二矽氧化物層以進一步增加該兩個翼片之間的該間隙。

【0010】依據本發明的特定實施例，生長矽氧化物層和去除該矽氧化物層的該等連續的步驟被重複數次以增加在該兩個翼片之間的該間隙來達到所想要的寬度。

【0011】依據本發明的特定實施例，該裝置空白片包含在交叉點被接合點接合的交叉的翼片。該接合點至少部分是用矽氧化物製成，該方法包含從介於該等翼片之間的該接合點去除該矽氧化物的步驟用以藉由產生介於該等翼片之間的該間隙來將該等翼片分開。

【0012】依據本發明的特定實施例，每一矽氧化物層係藉由使用氣相氟化氫的蝕刻來去除。

【0013】依據本發明的特定實施例，該矽氧化物係藉由矽的濕式或乾式熱氧化來生長。

【0014】依據本發明的特定實施例，該裝置空白片係藉由深反應離子蝕刻(DRIE)，例如藉由化學蝕刻，來製造。

【0015】依據本發明的特定實施例，矽氧化物層的每一次生長和去除都能夠讓至少0.10微米厚，較佳地至少0.40微米厚的矽的子層從翼片被去除掉。

【0016】依據本發明的特定實施例，該方法包含生長額外的氧化物層於該裝置上額外的步驟，用以將該裝置的剛性當作溫度的函數來熱調整、尤其是溫度補償一用平衡件樞軸組件所製成的振盪器、及/或強化該裝置。

【0017】依據本發明的特定實施例，該方法包含沉積導電層的額外步驟，以避免和電荷累積或濕氣吸收有關的

問題。

【0018】依據本發明的特定實施例，該方法包含決定該裝置的初始剛性和計算該裝置的尺寸的步驟，用以獲得具有所想要的最終剛性的樞軸。

【0019】依據本發明的特定實施例，形成該裝置空白片的步驟包含下面的子步驟：

取得 SOI 晶圓，其包含連續的第一矽層、矽氧化物結合層、和第二矽層；

生長矽氧化物層於該晶圓的表面上；

經由一事先形成的遮罩來蝕刻在該晶圓的第一側上的該矽氧化物層；

實施深反應離子蝕刻處理以形成該具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置的至少一第一翼片；

經由事先形成的第二遮罩，較佳地對準被產生在該晶圓的第一側上的圖案，來蝕刻在晶圓的第二側上的該矽氧化物層；

實施深反應離子蝕刻處理以形成該具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置的至少一第二翼片。

【0020】依據本發明的特定實施例，在該方法的該等步驟之後所獲得之介於該等翼片之間的最小間隙的寬度大於 10 微米，較佳地大於 15 微米。

【0021】本發明進一步關於具有用矽製成的可撓曲的翼片之用於時計的裝置，例如樞軸，其包含兩個交叉的翼片，該裝置被製成為單件式且是用本發明的方法來製造，

該兩個翼片被安全間隙分開，該間隙的寬度大於10微米，較佳地大於15微米。

【0022】本發明進一步關於一種鐘錶機芯(horological movement)，其包含一具有可撓曲的翼片的裝置。

【圖式簡單說明】

【0023】其它特殊的特徵和好處將可在參考附圖的下面描述中被觀察出來，該描述係作為粗略的導引而不是作為限制性的導引被提出，其中：

[圖1]是依據本發明之具有交叉的翼片的樞軸的俯視圖；

[圖2]是依據本發明之具有交叉的翼片的樞軸的立體圖；

[圖3]是用依據本發明的方法獲得之具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖4]是方塊圖，其顯示用於製造依據本發明之具有交叉的翼片的單件式可撓曲矽樞軸的不同步驟；

[圖5]是一可被用來製造該樞軸的晶圓的剖面圖；

[圖6]顯示在依據本發明的方法的第一步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖7]顯示在依據本發明的方法的第二步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖8]顯示在依據本發明的方法的第三步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖 9]顯示在依據本發明的方法的第四步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖 10]顯示在依據本發明的方法的第五步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖；

[圖 11]顯示在依據本發明的方法的第六步驟之後所獲得的具有交叉的翼片的樞軸的側視圖。

【實施方式】

【0024】本發明係關於一種具有可撓曲翼片之用於時計的單件式矽裝置，尤其是如圖 1 至 3 所示之具有交叉的翼片的樞軸 1，及其製造方法，用以能夠獲得在翼片之間有夠寬的間隙的單件式樞軸，用以防止翼片在使用期間彼此撞擊。

【0025】此樞軸 1 包括第一元件 5 和第二元件 6，以及兩個交叉的翼片 2，3，這兩個交叉的翼片 2，3 將該兩個元件 5，6 彼此連接起來。該兩個翼片 2，3 被連接至每一元件 5，6，該樞軸 1 被作成單件式。該第一元件 5 例如是一支撐件，用來將該樞軸緊固至鐘錶機芯，且該第二元件 6 是一必須被樞轉的構件。此構件例如是鐘錶機芯的擒縱器的托板桿、平衡件或平衡件支撐件。該兩個翼片 2，3 在兩個元件 5，6 之間的交會點 4 交叉通過。受惠於可撓曲的翼片 2，3，第二元件 6 能夠相對於第一元件 5 繞著虛擬軸線移動。因此，第一元件 5 在該鐘錶機芯上固定不動，而第二元件 6 則進行週期性的來回運動。翼片 2，3 側向彎曲以允許第二

元件 6 移動於一個方向上，然後移動於另一方向上。

【0026】翼片 2，3 被安排在被最小間隙 7 分開的兩個平行的平面上，用以防止翼片 2，3 在可撓曲的樞轉操作期間，尤其是在假性變形(spurious deformation)事件中，彼此敲擊。

【0027】使用例如以矽為主材料來製造樞軸 1 提供了使用既有的蝕刻方法來達到精確的好處以及具有良好的機械和化學特性，尤其是對於磁場有很小的敏感性或沒有敏感性。

【0028】較佳地，所使用之以矽為主材料可以是單晶矽，不論其結晶方向為何、摻雜的單晶矽，不論其結晶方向為何、非晶形矽、多孔矽、多晶矽、矽氮化物、矽碳化物、石英，不論其結晶方向為何、和矽氧化物。

【0029】因此，本發明係關於用於製造具有可撓曲翼片 2，3 之用矽製造的用於時計的樞軸 1 的方法 20，如圖 4 所示。

【0030】方法 20 包括製造矽樞軸空白片的第一步驟 21。步驟 21 包含取得 SOI 晶圓 10，如圖 5 所示，它是由被第一矽氧化物層 13 結合的兩層矽層 11 及 12 所組成。矽層 11，12 被形成為單晶矽板(其主要的方向可改變)。每一矽層 11，12 將允許具有交叉的翼片 2，3 的樞軸 1 的不同的翼片被製造。因此，翼片 2，3 被安排在兩個不同的高度。第一矽氧化物層 13 被用來將兩個矽層 11 和 12 緊密地結合在一起。此外，它亦被用作為後續操作中的阻障物層。

【0031】多個樞軸空白片可被形成在同一晶圓內。

【0032】接下來，第二矽氧化物層 14 藉由將一或多個晶圓曝露在高溫氧化氛圍中而被生長在矽層 11，12 的表面上。該第二矽氧化物層 14 隨著將被圖案化的矽層 11，12 的厚度而改變。它典型地介於 1 至 4 微米之間。

【0033】接下來，之後將使用遮罩被產生在該矽晶圓 10 上的圖案將例如被界定在正光阻劑中。該圖案包含該樞軸的至少一翼片。同一樞軸的該兩個翼片每一者都被產生在兩個分開的矽層 11，12 的一者上。該等翼片是先製造一個翼片之後再製造另一翼片。

【0034】步驟 21 包含下面的操作：

例如藉由旋轉塗覆來將該光阻劑沉積成一很薄的層，其具有介於 1 微米至 2 微米之間的厚度；

乾燥之後，使用一光源透過光刻遮罩 (photolithographic mask) (覆蓋鉻層的透明板，本身代表所想要的圖案) 來曝光具有光刻特性的該光阻劑；

在正光阻劑的特定例子中，使用溶劑去除該光阻劑被曝光的區域，因而露出該第一矽氧化物層 13。在此例子中，仍被光阻劑覆蓋的區域界定出在後續的深反應離子蝕刻處理 (亦被稱為 “D.R.I.E.”) 中不會被蝕刻的區域。

【0035】被曝光的或反過來的被光阻劑覆蓋的區域因而是被利用的區域。第一蝕刻處理允許在前面步驟中被界定在該光阻劑中的圖案被轉移至事先被生長的矽氧化物 14 上。就製程的重複性的觀點，矽氧化物藉由乾式電漿蝕刻

來圖案化，該乾式電漿蝕刻是方向性的並重現作為此操作的遮罩的光阻劑的側壁的品質。

【0036】遮罩亦可被直接使用在該晶圓上，這樣的遮罩被稱為硬遮罩，譬如矽氧化物、矽氮化物或金屬遮罩。這些遮罩事先用適當的圖案予以圖案化且在其使用期間可包含或可不包含光阻劑。

【0037】一但矽氧化物已在該光阻劑的開放區域被蝕刻，該第一矽層 11 的矽表面因而被露出且準備好進行 DRIE。該光阻劑可被保留或可不被保留，這取決於該光阻劑是否將在 DRIE 期間被用作為遮罩。

【0038】該被露出且沒有被該矽氧化物保護的矽在垂直於該晶圓的表面的方向上被蝕刻 (Bosch® 非等方向性 DRIE)。首先被形成在該光阻劑上然後被形成在該矽氧化物的翼片圖案被“投映”至該第一矽層 11 的厚度中。

【0039】當該蝕刻打開進入到將兩個矽層 11 和 12 結合在一起的該第一矽氧化物層 13 時，該蝕刻即停止。更具體地，接在該矽氧化物 (其在該 Bosch® 處理中係作為遮罩且本身可抵抗蝕刻處理) 的例子之後，相同本質的該被埋住的第一矽氧化物層 13 亦可抵抗蝕刻處理。

【0040】該第一矽層 11 因而在其整個厚度都被該等被界定的圖案所圖案化，該等被界定的圖案代表現在被 DRIE 露出來的該將被製造的樞軸空白片的至少一第一翼片。化學蝕刻亦可被使用在相同的以矽為主的材料上。

【0041】該等翼片仍保持被剛性地連接至該第二矽層

12，它們係藉由該第一矽氧化物層 13 而被結合至該第二矽層。

【0042】相同的光刻操作被實施在該第二矽層 12 上以形成具有交叉的翼片的該樞軸的另一翼片。為此，該晶圓 10 被翻過來、該光阻劑被沉積於其上、然後透過一遮罩被曝光，用以用和第一矽層 11 相類似地方式將該第二矽層 12 圖案化。

【0043】存在蝕刻該晶圓的其它替代實施例，其當然可被用於此方法，用光阻遮罩或用俗稱的硬遮罩。

【0044】該樞軸 1 的第一和第二元件 5，6 較佳地亦在翼片 2，3 被製造在該晶圓 10 的每一矽層 11，12 上的期間被形成。

【0045】在此時，兩個翼片 2，3 在翼片 2，3 的交叉點 4 被結合在一起，用以形成接合點 8。該接合點 8 至少部分地包含來自連接該第一和第二矽層 11，12 的該第一矽氧化物層 13 的矽氧化物。較佳地，接合點 18 完全是由矽氧化物形成。該樞軸 1 的空白片被示於圖 6 中。翼片 2，3 被安排在不同的實質平行的平面內，翼片 2，3 藉由接合點 8 而在該兩個平面之間被接合。

【0046】方法 20 的第二步驟 22 包含去除在翼片 2，3 的接合點 8 的矽氧化物，用以藉由產生間隙 7 於將翼片 2，3 之間來將翼片 2，3 分開。該第一矽氧化物層 13 藉由氣相的氟化氫而被蝕刻。

【0047】因此，兩翼片 2，3 被獲得，其被間隙 7 分開

使翼片相對於彼此移動。所獲得的該間隙 7 具有寬度 D，其對應於該接合點的氧化物層的厚度，及該晶圓的該氧化物層的厚度。

【0048】然而，此厚度並不足以避免翼片 2，3 在該樞軸 1 的操作期間彼此敲擊的風險。更具體地，該第一矽氧化物層 13 對於應被分得夠開的翼片 2，3 而言太薄。

【0049】方法 20 以被設計來從該等翼片去除掉材料直到抵達所需的尺寸為止的程序繼續下去，用以獲得寬度 D 足夠以及翼片剛性適當的間隙 7。為此，翼片 2，3 的厚度在下面的步驟中被減小。

【0050】為了增加翼片 2，3 間的間隙 7 的寬度 D，第三步驟 23 包含在界定該間隙 7 的翼片 2，3 的表面上生長第一矽氧化物層 15。該第一矽氧化物層 15 部分是由形成樞軸 1 的矽的子層所形成。更具體地，當矽氧化物生長在矽上時，一其上生長了該矽氧化物的矽的子層本身即被氧化(oxidized)。因此，該矽氧化物的生長會使用到它生長於其上的矽。換言之，該矽氧化物不只生長在矽上，它亦生長至該矽之中。

【0051】此現象例如可用熱氧化來獲得。此熱氧化處理例如可在 800°C 至 1200°C 之間於氧化氛圍中使用水蒸汽或雙氧氣體(dioxygen gas)來實施，用以在翼片上形成矽氧化物。在步驟 23 中，以平均方式生長的矽氧化物被使用，且所獲得的厚度以及氧化速率被熟習此技藝者較佳地控制確保了該氧化物層的均一性。

【0052】在第四步驟 24 中，第一矽氧化物層 15 從每一翼片 2，3 上被去除掉以獲得圖 9 所示的出軸 1。因為該矽的子層已被氧化，所以它亦被去除掉。因此，介於兩翼片 2，3 之間的間隙 7 被加大。此一去除處理是用化學蝕刻來達成。此化學蝕刻可例如使用氣相狀態之以氫氟酸為主的溶液來實施，這允許矽氧化物被去除掉。

【0053】較佳地，成對的連續的矽氧化物層生長和氧化物層去除步驟被重複數次。因此，介於兩翼片 2，3 之間的間隙 7 的寬度 D 可被加大以達到所想要的間隙寬度。

【0054】例如，如圖 10 所示，第五步驟 25 包含生長第二矽氧化物層 17 於翼片 2，3 在該間隙的兩側的表面上，該第二矽氧化物層 17 一部分是由翼片 2，3 的矽的第二子層所形成。然後，在第六步驟 26 中，該第二矽氧化物層 17 從每一翼片 2，3 被去除掉以進一步加大介於兩翼片 2，3 之間的該間隙 7。

【0055】矽氧化物層的每次生長和去除都能夠例如讓至少 0.1 微米厚，較佳地大於 0.4 微米厚的矽的子層從每一翼片 2，3 被去除掉。在該方法的該等步驟之後，翼片 2，3 之間的間隙 7 的所想要的最小寬度 D 例如是大於 10 微米，較佳地大於 15 微米。然而，該寬度可在一對應於將兩個矽層結合在一起的最初氧化物層的厚度的數值和一可達到超過 15 微米的更高數值之間被自由地調整，該更高的數值是受限於將被實施的操作次數。

【0056】晶圓 10 的第一矽氧化物層 13 在開始時例如是

2微米厚，其界定在去除接合點8之後介於翼片2，3之間的最初間隙。因此，為了要獲得至少10微米的間隙，多對矽氧化物生長和去除步驟被一連串地實施。為了減少操作的次數，翼片的氧化時間可被增加，使得一較厚的矽的子層被去除掉。較佳地，較短的生長步驟在開始時被實施，之後則逐漸地變長。

【0057】該方法可進一步包括額外的步驟27，其被設計來決定該等可撓曲的翼片的最初剛性，尤其是用以能夠改變尺寸並獲得特定的被需要的物理特性。

【0058】最後，一但該樞軸1已達到正確的尺寸，另一非必要的額外步驟28可包含再次氧化該樞軸1，用以用一層矽氧化物塗覆該樞軸以形成一被熱補償的樞軸1及/或強化該樞軸。在振盪器的情況中，此最終的氧化允許該未來的樞軸1的機械性能(剛性)和熱性能(溫度補償)這兩者都獲得調整。

【0059】在未於圖中示出的另一非必要的額外步驟中，導電層被沉積在該樞軸上以避免和靜電荷累積以及濕氣吸收有關的問題。為此，氧化物層首先被沉積在該樞軸1上，然後該導電層用PVD型處理來沉積。該導電層例如包含鉻、鎳、銅、鈦、鋅、鎳-磷或鈦-鎢。

【0060】不待贅言地，本發明並不侷限於所示的例子，而是熟習此技藝者可對該被示出的例子作出各式的替代例和變化例。其它類型的具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置因而可被製造，該裝置例如具有未交叉的翼片、及/

或用於平移運動而非轉動運動的翼片。

【符號說明】

1:樞軸/矽裝置

2:翼片

3:翼片

4:交叉點

5:第一元件

6:第二元件

7:間隙

10:SOI晶圓

11:第一矽層

12:第二矽層

13:第一矽氧化物層

14:第二矽氧化物層

8:接合點

D:寬度

15:第一矽氧化物層

17:第二矽氧化物層

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種製造用於時計之具有可撓曲的翼片(2, 3)的單件式矽裝置(1)的方法(20)，其特徵在於該方法包含下面的步驟：

用 SOI 型晶圓形成單件式矽裝置(1)的空白片的步驟(21)，該裝置(1)包含兩個可撓曲的翼片(2, 3)，每一翼片被形成在該 SOI 晶圓的不同層內，該等翼片(2, 3)被安排在兩個不同的實質平行的平面內，該等翼片(2, 3)被一間隙(7)分開，

在該等翼片(2, 3)的至少一者的表面上生長第一矽氧化物層(15)以界定該間隙(7)的步驟(23)，該第一矽氧化物層(15)是由一或多片該等翼片(2, 3)的矽的第一子層形成，

去除該第一矽氧化物層(15)以加大該兩個翼片(2, 3)之間的該間隙(7)的步驟(24)。

【請求項 2】如請求項 1 之製造方法，更包含下面的步驟：

在該等翼片(2, 3)的至少一者的該表面上生長第二矽氧化物層(17)以界定該間隙(7)的步驟(25)，該第二矽氧化物層(17)是由該一或多片該等翼片(2, 3)的矽的第二子層形成，

去除該第二矽氧化物層(17)以進一步加大該兩個翼片之間的該間隙的步驟(26)。

【請求項 3】如請求項 1 之製造方法，其中生長該等矽

氧化物層(15, 17)的步驟(23, 25)和去除該等矽氧化物層(15, 17)的步驟(24, 26)的這些連續的步驟被重複數次用以加大在該兩個翼片(2, 3)之間的該間隙(7)以達到所想要的寬度(D)。

【請求項4】如請求項1之製造方法，其中該裝置(1)的空白片包含在交叉點(4)被接合點(8)接合的交叉的翼片(2, 3)，該接合點(8)至少一部分是用矽氧化物製成，該方法包含從介於該等翼片(2, 3)之間的該接合點(8)去除該矽氧化物的步驟(22)，用以藉由產生介於該等翼片(2, 3)之間的該間隙(7)來將該等翼片(2, 3)分開。

【請求項5】如請求項1之製造方法，其中每一矽氧化物層(13, 14, 15, 17)是藉由使用氣相氟化氫的蝕刻來去除。

【請求項6】如請求項1之製造方法，其中該矽氧化物係藉由矽的濕式或乾式熱氧化來生長(23, 25)。

【請求項7】如請求項1之製造方法，其中該裝置(1)的空白片係藉由深反應離子蝕刻(DRIE)來製造。

【請求項8】如請求項1之製造方法，其中該裝置(1)是具有交叉式翼片的樞軸。

【請求項9】如請求項1之製造方法，其中該等矽氧化物層(15, 17)的每一生長步驟(23, 25)和去除步驟(24, 26)都能夠讓至少0.10微米厚的矽的子層從翼片(2, 3)被去除掉。

【請求項10】如請求項1之製造方法，其中該等矽氧

化物層(15, 17)的每一生長步驟(23, 25)和去除步驟(24, 26)都能夠讓至少0.40微米厚的矽的子層從翼片(2, 3)被去除掉。

【請求項11】如請求項1之製造方法，更包含一額外的步驟(27)，其生長額外的氧化物層於該裝置(1)上，用以將該裝置的剛性作為溫度的函數來熱調整，用以溫度補償一用平衡件樞軸組件所製成的振盪器，及用以強化該裝置。

【請求項12】如請求項1之製造方法，更包含決定該裝置(1)的初始剛性並計算其尺寸的步驟(28)，用以獲得具有所想要的最終剛性的裝置(1)。

【請求項13】如請求項1之製造方法，更包含沉積導電層的額外步驟。

【請求項14】如請求項1之製造方法，其中形成該裝置(1)的空白片的步驟(21)包含下面的子步驟：

取得SOI晶圓(10)，其包含連續的第一矽層(11)、矽氧化物結合層(13)、和第二矽層(12)；

生長矽氧化物層(14)於該晶圓(10)的表面上；

經由遮罩來蝕刻在該晶圓(10)的第一側上的該矽氧化物層(14)；

實施深反應離子蝕刻處理以形成該具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置(1)的至少一第一翼片(2)；

經由事先形成的第二遮罩，較佳地對準被產生在該晶圓的第一側上的圖案，來蝕刻在該晶圓(10)的第二側上的

該矽氧化物層(14)；

實施深反應離子蝕刻處理以形成該具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置(1)的至少一第二翼片(3)。

【請求項15】如請求項1之製造方法，其中在該方法的該等步驟之後所獲得之介於該等翼片(2，3)之間的最小間隙(7)的寬度(D)大於10微米。

【請求項16】如請求項1之製造方法，其中在該方法的該等步驟之後所獲得之介於該等翼片(2，3)之間的最小間隙(7)的寬度(D)大於15微米。

【請求項17】一種用於時計之具有可撓曲的翼片的矽裝置(1)，該裝置被作成單件式，其特徵在於它是用如請求項15或16所述的方法來獲得，該兩個翼片(2，3)被安全間隙(7)分開，該間隙的寬度大於10微米。

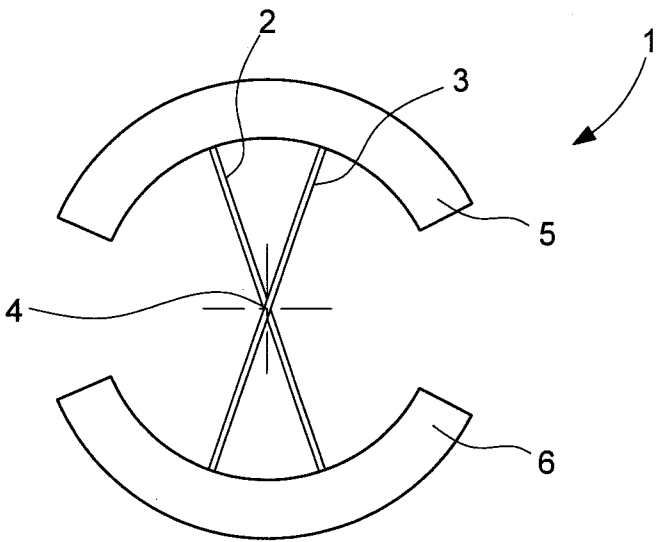
【請求項18】一種用於時計之具有可撓曲的翼片的矽裝置(1)，該裝置被作成單件式，其特徵在於它是用如請求項15或16所述的方法來獲得，該兩個翼片(2，3)被安全間隙(7)分開，該間隙的寬度大於15微米。

【請求項19】如請求項17之矽裝置(1)，其中該矽裝置(1)是包含兩個交叉的翼片(2，3)的樞軸。

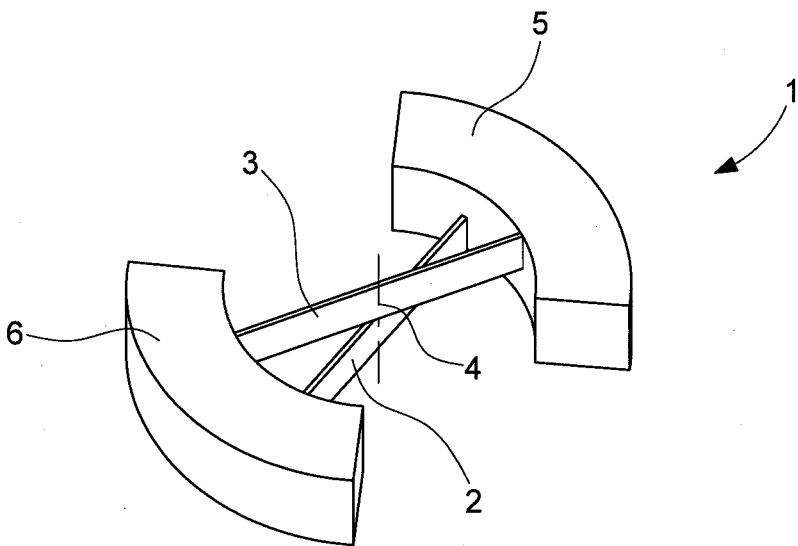
【請求項20】如請求項18之矽裝置(1)，其中該裝置(1)是包含兩個交叉的翼片(2，3)的樞軸。

【請求項21】一種鐘錶機芯(horological movement)，其特徵在於它包含如請求項17至20所述的具有可撓曲的翼片的單件式矽裝置。

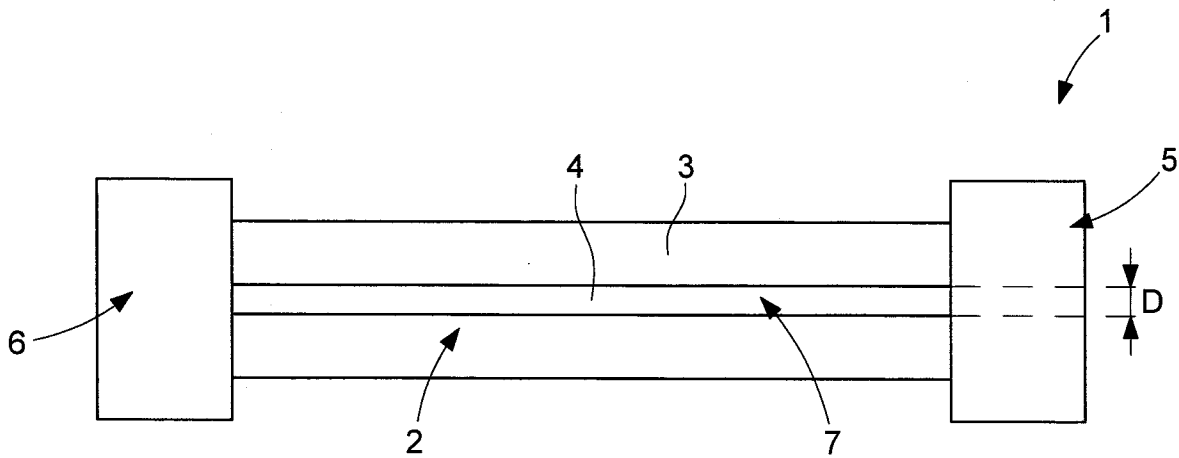
【發明圖式】



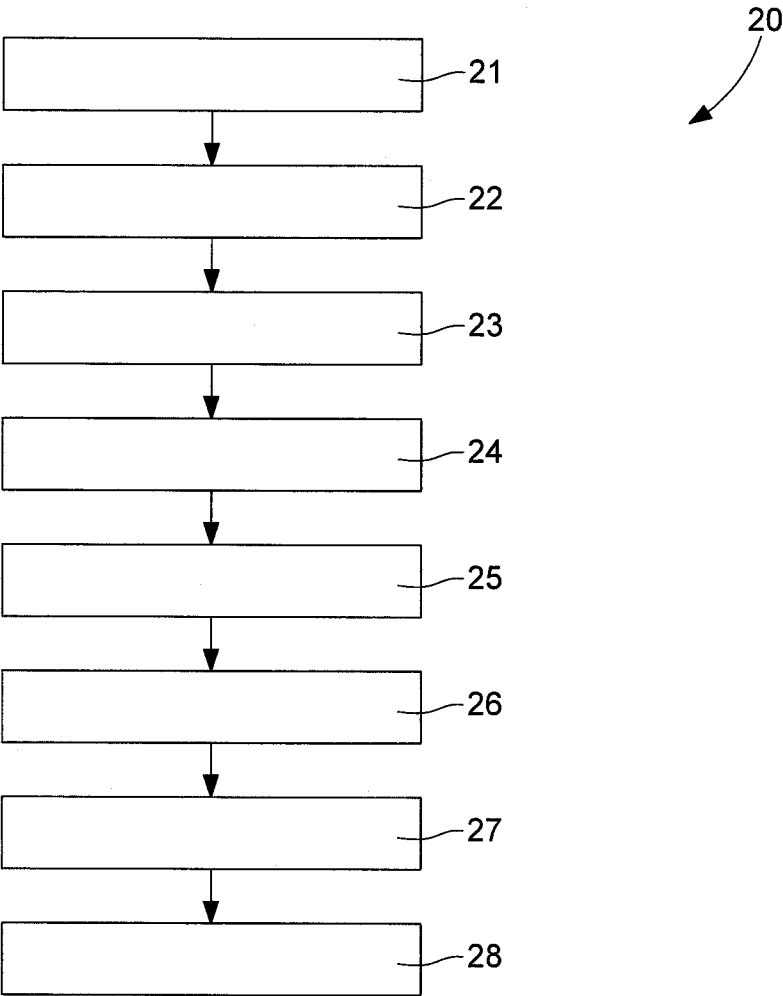
【圖 1】



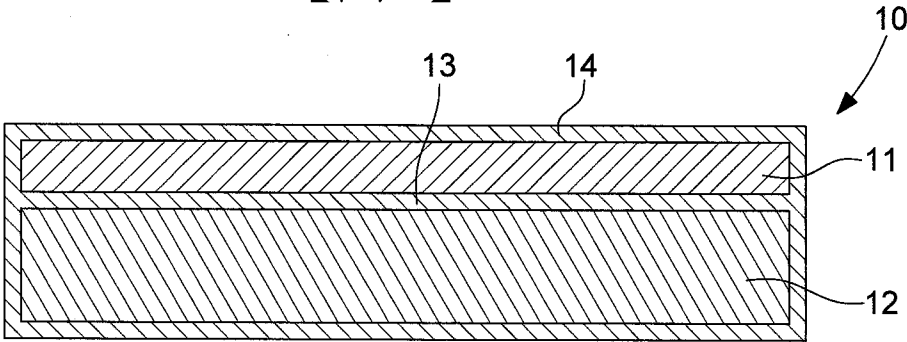
【圖 2】



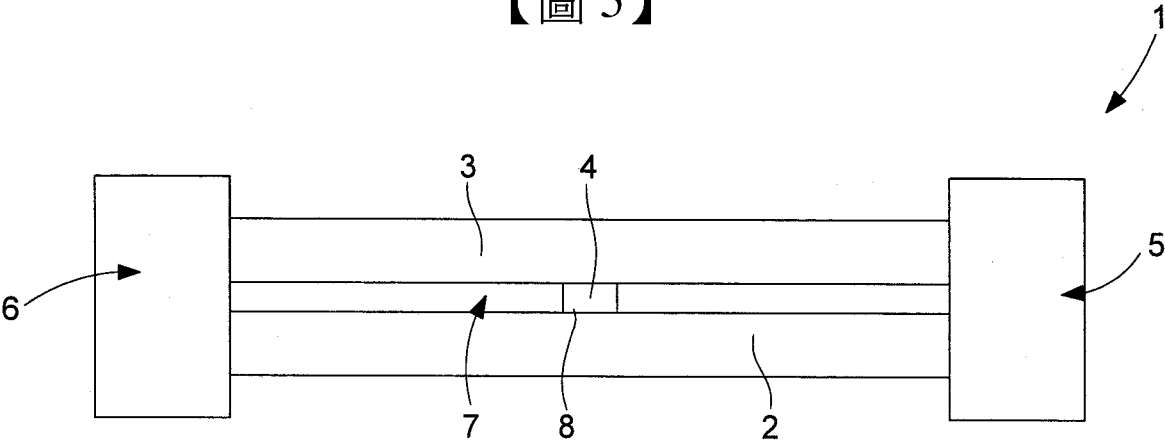
【圖 3】



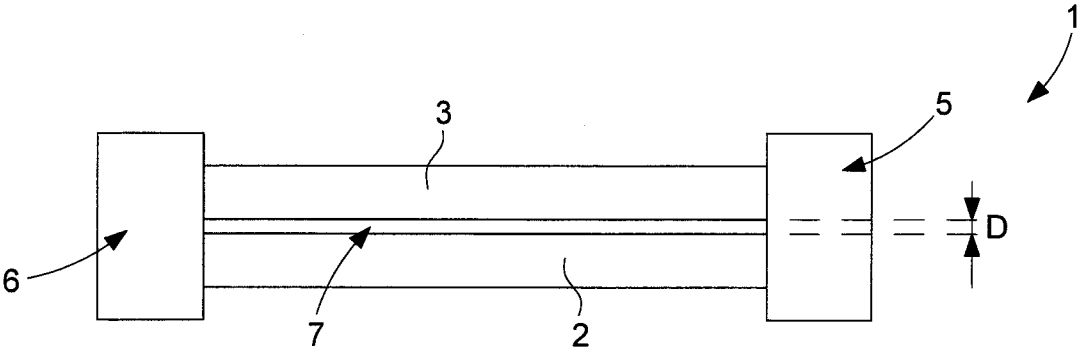
【圖 4】



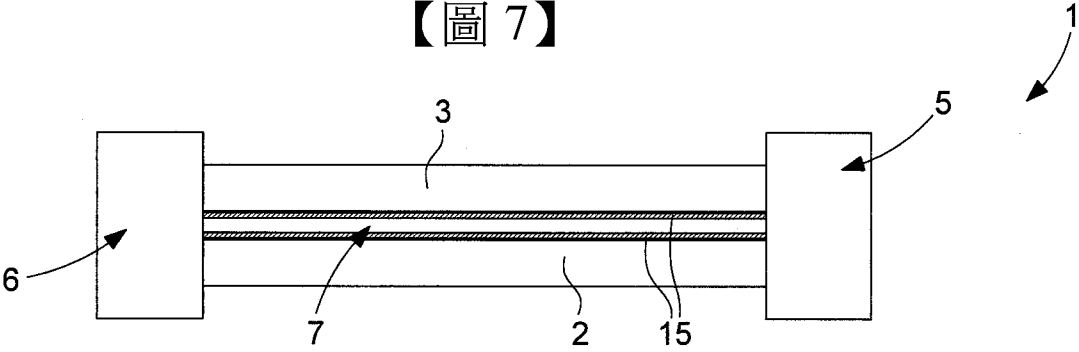
【圖 5】



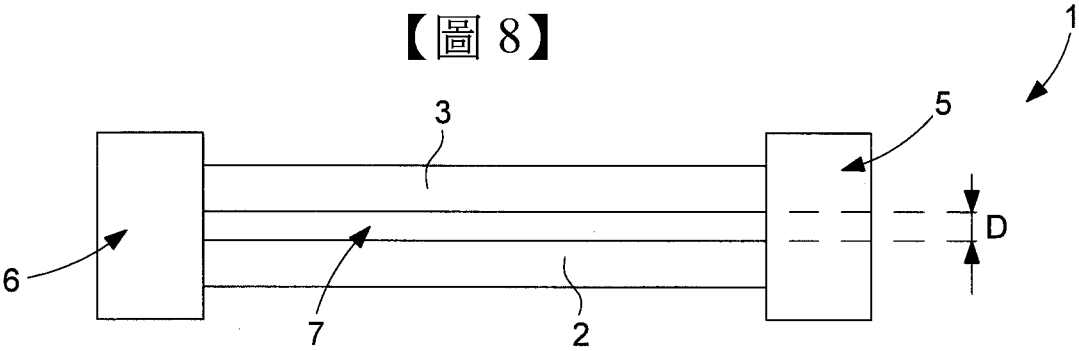
【圖 6】



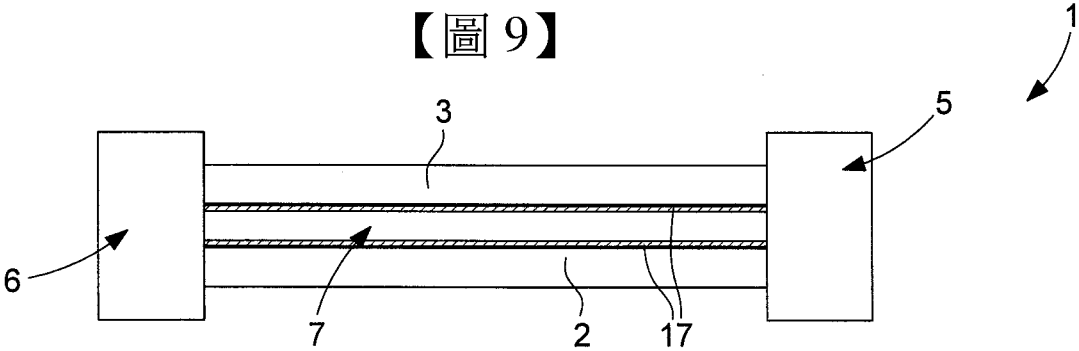
【圖 7】



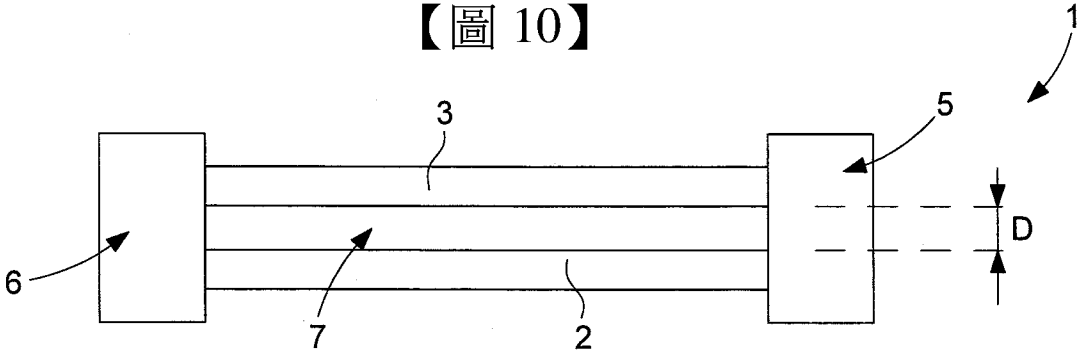
【圖 8】



【圖 9】



【圖 10】



【圖 11】