



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101978326 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200980110003. 8

(22) 申请日 2009. 03. 13

(30) 优先权数据

08153101. 4 2008. 03. 20 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/053000 2009. 03. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02009/115463 FR 2009. 09. 24

(73) 专利权人 尼瓦洛克斯 - 法尔股份有限公司

地址 瑞士勒洛克勒

(72) 发明人 P-A·比勒 M·韦拉尔多

T·科奴斯 J-P·蒂埃博

J-B·彼德斯 P·卡森

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 吴鹏 秘凤华

(51) Int. Cl.

G04B 17/06(2006. 01)

G04D 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1445670 A1, 2004. 08. 11, 全文.

EP 1431844 A1, 2004. 06. 23, 全文.

CN 101042570 A, 2007. 09. 26, 全文.

EP 0732635 A1, 1996. 09. 18, 全文.

审查员 于浩

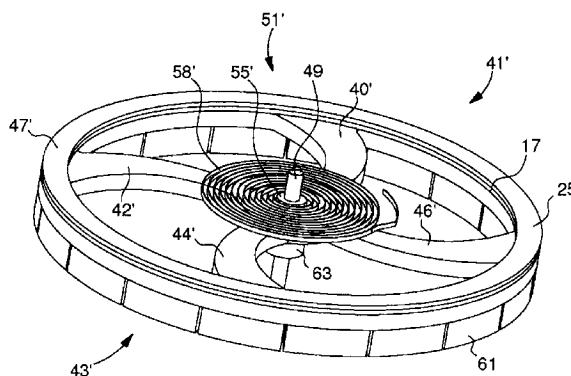
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 8 页

(54) 发明名称

一体式调节元件及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种一体式调节元件 (41, 41', 41''), 该调节元件包括与细弹簧 (51, 51', 51'') 接合的摆轮 (43, 43', 43''), 所述细弹簧在基于硅的材料形成的层 (21) 中制成并包括同轴地安装在内桩上的螺旋游丝 (53, 53', 53''). 根据本发明, 内桩 (55, 55', 55'') 包括限定从所述螺旋游丝突出的延伸部的部分 (19), 所述部分 (19) 在基于硅的材料形成的第二层 (5) 中制成并且附接到摆轮 (43, 43', 43'') 上。本发明还涉及包括这种调节元件的时计和相关的制造方法。本发明属于钟表机芯领域。



CN 101978326 B

1. 一种一体式调节元件 (41, 41', 41''), 该一体式调节元件包括摆轮 (43, 43', 43''), 所述摆轮在基于硅的材料形成的第一层中制成并与细弹簧 (51, 51', 51'') 配合工作, 所述细弹簧在基于硅的材料形成的第二层中制成并包括同轴地安装在内桩上的游丝 (53, 53', 53''), 其特征在于, 该调节元件包括形成间隔装置的部分 (19), 该间隔装置在基于硅的材料形成的第三层 (5) 中制成并且固定在所述内桩 (55, 55', 55'') 和所述摆轮 (43, 43', 43'') 之间, 从而以一体的方式形成所述调节元件。

2. 根据权利要求 1 所述的调节元件, 其特征在于, 所述摆轮 (43, 43', 43'') 包括使所述内桩 (55, 55', 55'') 的内径 (24, 10) 延伸的孔 (26), 以便接纳摆轮轴 (49)。

3. 根据权利要求 2 所述的调节元件, 其特征在于, 所述摆轮轴 (49) 固定到所述摆轮 (43, 43', 43'') 上。

4. 根据权利要求 3 所述的调节元件, 其特征在于, 通过将所述摆轮轴 (49) 抵靠在所述孔中制成的金属涂层 (63, 66) 而压入, 将所述摆轮轴 (49) 固定到所述摆轮 (43, 43', 43'') 上。

5. 根据权利要求 2 所述的调节元件, 其特征在于, 所述内桩 (55, 55', 55'') 的内径 (24, 10) 的截面大于所述摆轮 (43, 43', 43'') 的孔 (26, 63, 66) 的截面, 以防止所述摆轮轴 (49) 和所述内桩 (55, 55', 55'') 的内径 (24, 10) 之间推入配合接触。

6. 根据权利要求 1 所述的调节元件, 其特征在于, 所述摆轮 (43, 43', 43'') 的轮缘 (47, 47', 47'') 是连续的, 并包括能够改变所述摆轮的惯性矩的调整装置 (61, 64, 68)。

7. 根据权利要求 6 所述的调节元件, 其特征在于, 所述轮缘 (47, 47', 47'') 通过至少一个臂 (40, 42, 44, 46, 40', 42', 44', 46', 40'', 42'', 44'', 46'') 连接至所述摆轮 (43, 43', 43'') 的轮毂 (45, 45', 45''), 所述至少一个臂为细长的, 以便能够在有任何震动传递到所述摆轮 (41, 41', 41'') 上的情况下沿轴向和 / 或径向变形。

8. 根据权利要求 6 所述的调节元件, 其特征在于, 所述调整装置包括在所述摆轮 (43, 43'') 的轮缘 (47, 47'') 上制成的凹部 (60, 68), 以便调节所述摆轮的惯性。

9. 根据权利要求 8 所述的调节元件, 其特征在于, 所述凹部 (60) 包括与所述摆轮 (43'') 的轮缘 (47'') 相比密度较大的材料, 以便增加所述摆轮的惯性。

10. 根据权利要求 6 所述的调节元件, 其特征在于, 所述调整装置包括在所述摆轮 (43') 的轮缘 (47') 上制成的凸部 (61), 所述凸部 (61) 包括与所述轮缘 (47') 相比密度较大的材料, 以便增加所述摆轮的惯性。

11. 根据权利要求 9 所述的调节元件, 其特征在于, 所述密度较大的材料以带凹口的环 (61, 64) 的形式分布在所述轮缘 (47', 47'') 上, 所述带凹口的环包括一系列以规则的间隔隔开的柱 (65, 69), 以补偿所述材料的任何热膨胀。

12. 根据权利要求 1 所述的调节元件, 其特征在于, 所述游丝 (53, 53', 53'') 的内部线圈包括格罗斯曼曲线, 以改进所述游丝的同轴扩展。

13. 根据权利要求 1 所述的调节元件, 其特征在于, 所述游丝 (53, 53', 53'') 具有至少一个基于二氧化硅的部分, 以使所述游丝具有更高的机械强度并调节所述游丝的热弹性系数。

14. 一种時計, 其特征在于, 包括根据前述权利要求中的任一项所述的调节元件 (41, 41', 41'')。

15. 一种制造一体式调节元件 (41, 41', 41'') 的方法 (1), 该方法包括如下步骤:
- a) 提供 (100) 衬底 (3), 该衬底包括由基于硅的材料制成的顶层 (5) 和底层 (7);
 - b) 在所述顶层 (5) 中选择性地蚀刻 (101) 至少一个凹腔 (10, 11), 以限定所述调节元件的由基于硅的材料制成的内桩 (55, 55', 55'') 的第一部分 (19) 和摆轮 (43, 43', 43'') 的第一部分 (17) 的造型;
- 该方法的特征在于, 还包括如下步骤:
- c) 通过硅熔融键合将基于硅的材料形成的附加层 (21) 结合 (102) 至所述衬底 (3) 的被蚀刻的顶层 (5);
 - d) 在所述附加层 (21) 中选择性地蚀刻 (103) 至少一个凹腔 (20, 24), 以继续所述内桩 (55, 55', 55'') 和摆轮 (43, 43', 43'') 的所述第一部分的造型 (19, 23), 并限定所述调节元件的由基于硅的材料制成的游丝 (53, 53', 53'') 的造型 (27);
 - e) 在所述底层 (7) 中选择性地蚀刻 (105, 108, 112) 至少一个凹腔 (26, 28, 29, 30, 31, 32), 以限定所述调节元件的由基于硅的材料制成的摆轮 (43, 43', 43'') 的最后部分 (34);
- 和
- f) 从所述衬底 (3) 释放所述调节元件。
16. 根据权利要求 15 所述的制造方法, 其特征在于, 在步骤 d) 之后, 该方法还包括如下步骤:
- g) 使所述调节元件的由基于硅的材料制成的游丝 (53, 53', 53'') 氧化, 以便调节所述游丝的热弹性系数并使所述游丝具有更高的机械强度。
17. 根据权利要求 15 所述的制造方法, 其特征在于, 在步骤 e) 之前, 该方法还包括如下步骤:
- h) 在所述底层 (7) 上选择性地沉积 (107, 110) 至少一个金属层 (61, 63, 64, 66), 以限定所述调节元件的至少一个金属部分的造型。
18. 根据权利要求 17 所述的制造方法, 其特征在于, 步骤 h) 包括如下步骤:
- i) 至少部分地在所述底层 (7) 的表面上通过连续的金属层生长 (107) 沉积物, 以便形成用于使由基于硅的材料制成的所述摆轮 (43') 的质量增加的金属部分 (61)。
19. 根据权利要求 17 所述的制造方法, 其特征在于, 步骤 h) 包括如下阶段:
- i) 至少部分地在所述底层 (7) 的表面上通过连续的金属层生长 (107) 沉积物, 以便形成用于接纳被压入其中的心轴 (49) 的第二金属部分 (63)。
20. 根据权利要求 17 所述的制造方法, 其特征在于, 步骤 h) 包括如下阶段:
- j) 在所述底层 (7) 中选择性地蚀刻 (109) 至少一个凹腔 (60), 以用于接纳所述至少一个金属部分;
 - k) 至少部分地在所述至少一个凹腔中通过连续的金属层生长 (110) 沉积物, 以便形成用于使由基于硅的材料制成的所述摆轮 (43'') 的质量增加的金属部分 (64)。
21. 根据权利要求 17 所述的制造方法, 其特征在于, 步骤 h) 包括如下阶段:
- j') 在所述底层 (7) 中选择性地蚀刻 (109) 至少一个凹腔 (62), 以用于接纳所述至少一个金属部分;
 - k') 至少部分地在所述至少一个凹腔中通过连续的金属层生长 (110) 沉积物, 以便形成用于接纳被压入其中的心轴 (49) 的第二金属部分 (63)。

22. 根据权利要求 17 所述的制造方法,其特征在于,在步骤 h) 之后是如下步骤:

i) 抛光 (111) 金属沉积物 (61,63,64,66)。

23. 根据权利要求 15 至 22 中的任一项所述的制造方法,其特征在于,多个调节元件 (41,41',41'') 在相同的衬底 (3) 上制成。

一体式调节元件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种调节元件及制造该调节元件的方法,更具体地涉及一种游丝摆轮类型的调节元件。

[0002] 背景技术

[0003] 时计的调节元件通常包括称为摆轮的惯性轮和称为游丝的谐振器。这些部件对时计的工作品质具有决定作用。实际上,它们调节机芯,即,它们控制机芯的频率。

[0004] 摆轮和游丝性质上不同,这使得制造调节元件极为复杂,所述制造包括摆轮和游丝的制造以及这两个部件的谐振装配。

[0005] 因此,尤其为了限制温度变化的影响,摆轮和游丝各以不同的材料制造,但未解决关于谐振装配的困难。

[0006] 发明内容

[0007] 本发明的目的是通过提出一种一体式调节元件来克服上面所列举的所有或部分缺点,该一体式调节元件保持对温度变化不敏感,并通过使装配困难最小化的制造方法获得。

[0008] 因此,本发明涉及一种一体式调节元件,该一体式调节元件包括在基于硅的材料形成的第一层中制成的与细弹簧配合工作的摆轮,该细弹簧在基于硅的材料形成的第二层中制成并包括同轴地安装在内桩上的游丝,其特征在于,该调节元件包括形成间隔装置的部分,该间隔装置在基于硅的材料形成的第三层中制成并且固定在所述内桩和所述摆轮之间,从而以一体的方式形成所述调节元件。

[0009] 根据本发明的其它有利特征:

[0010] - 摆轮具有使内桩的内径延伸的孔,以便在其中接纳摆轮轴;

[0011] - 摆轮轴固定到摆轮上;

[0012] - 通过使摆轮轴抵靠在所述孔中制成的金属涂层来压入该摆轮轴,以将该摆轮轴固定到摆轮上;

[0013] - 内桩的内径的截面大于摆轮中的孔的截面,以防止摆轮轴和内桩的内径之间的推入配合接触;

[0014] - 摆轮的轮缘是连续的,并包括可改变摆轮的惯性矩的调整装置;

[0015] - 轮缘通过至少一个臂连接至摆轮的轮毂,所述臂为细长的,以便在有任何震动传递到摆轮上的情况下允许所述臂沿轴向和/或径向变形;

[0016] - 调整装置包括在摆轮的轮缘上制成的凹部,从而可调节所述摆轮的惯性;

[0017] - 所述凹部包括与摆轮的轮缘相比密度大得多的材料,以便增加所述摆轮的惯性;

[0018] - 调整装置包括在摆轮的轮缘上制成的凸部,所述凸部包括与轮缘相比密度大得多的材料,以便增加所述摆轮的惯性;

[0019] - 所述密度大得多的材料以带凹口的环的形式分布在轮缘上,所述带凹口的环包括一系列以规则的间隔隔开的柱,以补偿所述材料的任何热膨胀;

[0020] - 游丝的内部线圈包括格罗斯曼 (Grossmann) 型曲线, 以改进所述游丝的同轴扩展;

[0021] - 游丝包括至少一个基于二氧化硅的部分, 以使游丝具有更高的机械强度并调节其热弹性系数。

[0022] 更概括地, 本发明还涉及一种时计, 其特征在于, 该时计包括根据前述变型中的一个的一体式调节元件。

[0023] 最后, 本发明涉及一种制造调节元件的方法, 该方法包括如下步骤:

[0024] a) 提供衬底, 该衬底包括由基于硅的材料制成的顶层和底层;

[0025] b) 在顶层中选择性地蚀刻至少一个凹腔, 以限定所述调节元件的由基于硅的材料制成的内桩的第一部分和摆轮的第一部分的造型;

[0026] c) 通过硅熔融键合将基于硅的材料形成的附加层结合至衬底的被蚀刻的顶层;

[0027] d) 在附加层中选择性地蚀刻至少一个凹腔, 以继续内桩和摆轮的所述第一部分的造型, 并限定所述调节元件的由基于硅的材料制成的游丝的造型;

[0028] 其特征在于, 该方法还包括如下步骤:

[0029] e) 在底层中选择性地蚀刻至少一个凹腔, 以限定所述调节元件的由基于硅的材料形成的最后部分;

[0030] f) 从衬底释放调节元件, 这提供了跨越三个由基于硅的材料形成的层级的元件。

[0031] 根据本发明的其它有利特征:

[0032] - 在步骤 d) 之后, 执行步骤 g): 使由基于硅的材料制成的所述调节元件的第二部分氧化, 以便调节其热弹性系数并使其具有更高的机械强度;

[0033] - 在步骤 e) 之前, 执行步骤 h): 在底层上选择性地沉积至少一个金属层, 以限定所述调节元件的至少一个金属部分的造型和 / 或用于接纳被压入其中的心轴的第二金属部分的造型;

[0034] - 步骤 h) 包括步骤 i): 至少部分地在底层的表面上通过连续的金属层生长沉积物, 以便形成用于增加由基于硅的材料制成的摆轮的质量的金属部分和 / 或用于接纳被压入其中的心轴的第二金属部分;

[0035] - 步骤 h) 包括步骤 j): 在底层中选择性地蚀刻至少一个凹腔, 以用于接纳所述至少一个金属部分, 和步骤 k): 至少部分地在所述至少一个凹腔中通过连续的金属层生长沉积物, 以便形成用于增加由基于硅的材料制成的摆轮的质量的金属部分和 / 或将在其中压入心轴的第二金属部分;

[0036] - 步骤 h) 包括最终步骤 i): 抛光金属沉积物;

[0037] - 多个元件在相同的衬底上制成, 这可实现批量制造。

[0038] 附图说明

[0039] 从下面参照附图以非限制性示例给出的描述, 本发明的其它特征和优点将十分清楚, 其中:

[0040] - 图 1 至图 5 示出根据本发明的制造方法的连续 (步骤的) 视图;

[0041] - 图 6 至图 8 示出替代实施例的连续步骤的视图;

[0042] - 图 9 示出根据本发明的方法的流程图;

[0043] - 图 10 和图 11 是根据第一实施例的一体式调节元件的透视图;

- [0044] - 图 12 和图 13 是根据第二实施例的一体式调节元件的透视图；
[0045] - 图 14 和图 15 是根据第三实施例的一体式调节元件的透视图；
[0046] - 图 16 是根据本发明的一体式细弹簧的透视图。

具体实施方式

[0047] 本发明涉及一种用于制造计时机芯的调节元件 41、41' 和 41" 的方法，该方法总体上用 1 标出。如图 1 至图 9 所示，方法 1 包括用于形成至少一类一体式元件（51'、41、41' 和 41"）的连续步骤，所述一体式元件可完全由基于硅的材料形成。

[0048] 参照图 1 和图 9，第一步骤 100 包括提供绝缘体上硅（SOI）衬底 3。衬底 3 包括均由基于硅的材料形成的顶层 5 和底层 7。由二氧化硅（SiO₂）形成的中间层 9 可在顶层 5 和底层 7 之间延伸。

[0049] 优选地，在该步骤 100 中，衬底 3 选择为使得底层 7 的高度与最终的调节元件 41、41' 和 41" 的一个部分的高度相匹配。另外，底层 7 的厚度必须足以承受由方法 1 所引起的作用力。该厚度可例如在 300-400 μm 之间。

[0050] 优选地，顶层 5 用作相对于底层 7 的间隔装置。因此，顶层 5 的高度将根据调节元件 41、41' 和 41" 的构型进行调整。根据所述构型，顶层 5 的厚度因此可例如在 10-200 μm 之间波动。

[0051] 在第二步骤 101 中，如在图 2 中所见，例如通过 DRIE（深反应离子蚀刻）工艺在基于硅的材料制成的顶层 5 中选择性地蚀刻凹腔 10、11、12、13、14 和 15。这些凹腔 10、11、12、13、14 和 15 优选地形成两个造型 17、19，这两个造型限定出调节元件 41、41' 和 41" 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0052] 在图 2 所示的示例中，造型 17 和 19 是大致同轴的且具有圆形截面的筒形形状，并且造型 17 与造型 19 相比具有较大的直径。然而，有利地根据方法 1，在顶层 5 上的蚀刻关于造型 17 和 19 的几何形状具有完全的自由度。因此，造型 17 和 19 不必须是圆形的，而可以是例如椭圆形的和 / 或具有非圆形的内径。

[0053] 优选地留出材料桥接件 18，以便在制造期间将调节元件 41、41' 和 41" 保持在衬底 3 上。在图 2 所示的示例中，具有四个材料桥接件 18，这四个材料桥接件分别保留在各个连续的凹腔 12、13、14 和 15 之间，所述凹腔分布在造型 17 的周向上的圆弧中。

[0054] 在第三步骤 102 中，如图 3 所示，向衬底 3 添加基于硅的材料制成的附加层 21。优选地，附加层 21 借助于硅熔融键合（SFB）固定到顶层 5 上。因此，通过以非常高的附着水平将造型 17 和 19 的顶面与附加层 21 的底面相结合，步骤 102 有利地覆盖顶层 5。附加层 21 的厚度可例如在 100-150 μm 之间。

[0055] 在第四步骤 103 中，如图 4 所示，例如通过类似于步骤 101 的 DRIE 工艺在附加的硅层 21 中选择性地蚀刻凹腔 20、22 和 24。这些凹腔 20、22 和 24 形成三个造型 23、25 和 27，这三个造型限定出调节元件 41、41' 和 41" 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0056] 在图 4 所示的示例中，造型 23 和 25 大致同轴，并为具有圆形截面的筒形，而造型 27 是大致螺旋形的。然而，有利地根据方法 1，在附加层 21 上的蚀刻允许对于造型 23、25 和 27 的几何形状具有完全的自由度。因此，特别地，造型 23 和 25 不必须是圆形的，而可以例如是椭圆形的或具有非圆形的内径。对于内径 10 和 24 情况也是如此，它们不必须是圆

形的,而可以例如是多边形的,这会改善与具有匹配形状的心轴 49 一起旋转时的应力的传递。最后,各直径 10、24 的形状可不相同。

[0057] 优选地,在附加层 21 中制成的造型 23 与在顶层 5 中制成的造型 19 具有类似的形状并大致是垂直的。这意味着分别形成造型 19 和 23 的内径的凹腔 10 和 24 彼此连通并基本上一个在另一个的顶部。在图 10 至 15 所示的示例中,造型 23 和 19 形成调节元件 41、41' 和 41" 的内桩 55、55' 和 55",所述内桩相对于层 5 和 21 沿高度方向延伸。

[0058] 优选地,在附加层 21 中制成的造型 25 与在顶层 5 中制成的造型 17 具有类似的形状并大致是垂直的。在所示的示例中,造型 25 和 17 形成调节元件 41、41' 和 41" 的摆轮 43、43' 和 43" 的轮缘 47、47' 和 47" 的一个部分,所述部分相对于层 5 和 21 沿高度方向延伸。然而,应当注意,在图 4 所示的示例中,不再生成材料桥接件 18,并且附加层 21 中的凹腔 22 形成连续的环,这不同于图 4 中在所述层下方扩展的凹腔 12、13、14 和 15。

[0059] 优选地,造型 23 和 27 被同时蚀刻,并且在附加层 21 中形成一体部分。在图 10 至 15 所示的示例中,造型 23 和 27 形成调节元件 41、41' 和 41" 的游丝 53、53' 和 53" 和内桩 55、55' 和 55" 的顶部部分。还可看到,在图 4 中示出的造型 27 的外部曲线是开放的。此特征 - 与通过造型 19 实现的与底层 7 的分离相结合 - 意味着可使用索引装配 (标示装配 /index assembly) 将所述外部曲线钉固在内桩上。

[0060] 然而,有利地根据方法 1,附加层 21 上的蚀刻允许关于造型 27 的几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,造型 27 可不具有开放的外部曲线,而是例如在外部曲线的端部上具有突起部分,该突起部分可用作附接点,即不需要索引装配。造型 27 还可具有包括用于改善其同心扩展的格罗斯曼曲线的内部线圈,如在作为参考结合在此的 EP 专利 No. 1612627 中描述的。

[0061] 在此第四步 103 之后,清楚的是,在附加层 21 中蚀刻的造型 23 和 27 仅通过造型 23 的底部以非常高的附着水平在顶层 5 中蚀刻的造型 19 (造型 19 本身以非常高的附着水平连接到底层 7 上) 的上方连接。因此,造型 23 和 27 不再与附加层 21 直接接触。类似地,造型 25 不再与附加层 21 直接接触,而仅以非常高的附着水平连接到在顶层 5 中蚀刻的造型 17 上。

[0062] 优选地,如图 9 中的虚线所示,方法 1 可包括第五步骤 104,该第五步骤包括至少使造型 27、即调节元件 41、41' 和 41" 的游丝 53、53' 和 53" 氧化,以使所述游丝具有更高的机械强度并调节其热弹性系数。该氧化步骤在作为参考结合在此的 EP 专利 No. 1 422 436 中有所说明。

[0063] 在此阶段、即在步骤 103 或 104 之后,清楚的是,方法 1 有利地仅生成如图 16 中所示的细弹簧 51' "。实际上,方法 1 的优点之一在于,它能够选择顶层 5 的高度来直接调整从游丝 53、53'、53" 和 53' " 突出的内桩 55、55'、55" 和 55' " 的造型 19 的高度。

[0064] 当期望生成如图 16 中所见的产品 51' " 时,可通过在中间步骤形成材料桥接件而在步骤 103 或 104 简单地停止方法 1。这些材料桥接件可在步骤 101 期间在造型 19 上形成,或在步骤 103 期间例如在最末线圈的端部处在造型 27 上形成。则方法 1 的倒数第二个步骤可包括例如通过化学蚀刻和 / 或机械装置移除底层 7。最后,在步骤 106 中,释放由此获得的游丝 51' "。

[0065] 有利地根据本发明,如果希望获得调节元件 41、41' 和 41",在第四步 103 之后或

优选地在第五步骤 104 之后,方法 1 可包括三个实施方式 A、B 和 C,如图 9 所示。然而,这三个实施方式 A、B 和 C 中的每一个均以相同的最终步骤 106 结束,该最终步骤包括从衬底 3 释放所制造的调节元件 41、41' 和 41”。

[0066] 有利地,释放步骤 106 可简单地通过向调节元件 41、41' 和 41”施加足够的应力以破坏材料桥接件 18 来实现。此应力可例如通过操作者手动产生或通过机加工产生。

[0067] 根据实施方式 A,在第六步骤 105 中,如图 5 所示,例如通过类似于步骤 101 和 103 的 DRIE 工艺在基于硅的材料制成的底层 7 中选择性地蚀刻凹腔 26、28、29、30、31 和 32。这些凹腔 26、28、29、30、31 和 32 形成造型 34,该造型限定出调节元件 41 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0068] 在图 5 所示的示例中,造型 34 大致为带有四个臂 40、42、44 和 46 的轮圈形状。然而,有利地根据方法 1,在底层 7 中的蚀刻关于造型 34 的几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,臂的数量和几何形状可不相同,同样地,轮圈不必须为圆形,而例如可以为椭圆形。另外,臂 40、42、44 和 46 可为较细长的,以便允许它们在有任何震动传递到调节元件上的情况下沿轴向和 / 或径向变形。

[0069] 优选地,在底层 7 中制成的造型 34 的一部分与分别在顶层 5 和附加层 21 中制成的造型 17 和 25 具有类似的形状并大致是垂直的。在图 5 所示的示例中,造型 34 与造型 17 和 25 一起形成调节元件 41 的摆轮 43,该摆轮的轮缘 47 因此相对于所有层 5、7 和 21 沿高度方向延伸。

[0070] 另外,优选地,造型 34 的凹腔 26 大致位于形成造型 19 和 23 的内径的凹腔 10 和 24 的延伸部中。在所示的示例中,一系列凹腔 24、10 和 26 因此形成可接纳调节元件 41 的摆轮轴 49 的内径。最后,应当注意,在底层 7 中不再生成材料桥接件 18,并且凹腔 28 与凹腔 22 一样形成连续的环,而不同于在图 5 中所述凹腔下方扩展的凹腔 12、13、14 和 15。

[0071] 在此第六步骤 105 之后,清楚的是,在底层 7 中蚀刻的造型 34 仅以非常高的附着水平连接到在顶层 5 中蚀刻的造型 17 和 19。造型 34 因此不再与底层 7 直接接触。

[0072] 在如上所述的最终步骤 106 之后,第一实施方式 A 因此生成完全由基于硅的材料形成的一体式调节元件 41,如图 10 和 11 所示。因此,清楚的是,由于直接在调节元件 41 的制造过程中执行装配,因此不再存在任何装配问题。该调节元件 41 包括摆轮 43,该摆轮的轮毂 45 通过四个臂 40、42、44 和 46 沿径向连接到轮缘 47,并且沿轴向连接到细弹簧 51,该细弹簧包括游丝 53 和内桩 55。

[0073] 如上所述,轮缘 47 通过底层 7 的造型 34 的周向环以及顶层 5 和附加层 21 各自的造型 17 和 25 形成。另外,内桩 55 通过附加层 21 的造型 23 和顶层 5 的造型 19 形成。此造型 19 优选地用作细弹簧 51 和摆轮 43 之间的间隔装置,从而例如可使用索引装配将游丝 53 钉固在内桩上。造型 19 还可通过增加内桩 55 的高度而用作细弹簧 51 的导引装置。

[0074] 然而,有利地根据方法 1,在附加层 21 上执行的蚀刻允许关于游丝 53 的几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,游丝 53 可不具有开放的外部曲线,而是例如在外部曲线的端部上具有突起部分,该突起部分可用作附接点,即不需要索引装配。

[0075] 优选地,调节元件 41 可通过凹腔 24、10 和 26 接纳摆轮轴 49。有利地,根据本发明,由于调节元件 41 为一体式,所以不必须将摆轮轴 49 固定到内桩 55 和摆轮 43 上,而仅需将其固定到这两个部件之一上。

[0076] 优选地,例如使用在步骤 105 期间在基于硅的轮毂 45 中蚀刻的弹性装置 48 将摆轮轴 49 固定到摆轮 43 的内径 26 上。这些弹性装置 48 可例如采用 EP 专利 No. 1 655 642 的图 10A 至 10E 中所公开的那些形式或 EP 专利 No. 1 584 994 的图 1、3 和 5 中所公开的那些形式,所述专利作为参考结合在此。另外,优选地,凹腔 24 和 10 的截面与凹腔 26 的截面相比具有较大的尺寸,以防止摆轮轴 49 与内桩 55 推入配合接触。

[0077] 因此,清楚的是,摆轮 43 仅通过内桩 55 来承受细弹簧 51 的力,反之亦然,因为所有这三者形成为一体件。因此摆轮轴 49 仅通过摆轮 43 的轮毂 45 受到来自调节元件 41 的力。

[0078] 根据第二实施方式 B,在步骤 103 或 104 之后,方法 1 包括第六步骤 107,如图 6 所示,该第六步骤包括执行 LIGA 工艺(来自德语“**röntgenLithographie**、Galvanoformung & Abformung”)。此工艺包括使用光致结构化的树脂在衬底 3 的底层 7 上以特定的形状电镀金属的一系列步骤。由于此 LIGA 工艺是众所周知的,这里将不再进行详细的描述。优选地,所沉积的金属可例如是金或镍或这些金属的合金。

[0079] 在图 6 所示的示例中,步骤 107 可包括沉积带凹口的环 61 和 / 或筒体 63。在图 6 所示的示例中,环 61 包括一系列柱 65,所述柱大致为圆弧并用于增加将来的摆轮 43' 的质量。事实上,硅的优点之一为对温度变化的不敏感性。然而,其具有密度低的缺点。因此,本发明的第一特征在于,使用通过电镀获得的金属来增加摆轮 43' 的质量,从而增加将来的摆轮 43' 的惯性。然而,为了保持硅的优点,沉积在底层 7 上的金属包括在各柱 65 之间的空间,该空间可用于补偿环 61 的任何热膨胀。

[0080] 在图 6 所示的示例中,筒体 63 用于接纳摆轮轴 49,该摆轮轴有利地被压入该筒体中。事实上,硅的另一缺点为具有非常小的弹性和塑性区域,这意味着硅是非常脆的。因此,本发明的另一特征在于,并非抵靠摆轮 43,的基于硅的材料来紧固摆轮轴 49,而是在步骤 107 期间被电镀的金属筒体 63 的内径 67 上实现这种紧固。有利地,根据方法 1,通过电镀获得的筒体 63 允许关于其几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,内径 67 不必为圆形的,而例如可以是多边形的,这可改善与具有匹配形状的心轴 49 一起旋转时的力的传递。

[0081] 在第七步骤 108 中,类似于图 5 所示的步骤 105,例如通过 DRIE 方法在基于硅的材料制成的底层 7 中选择性地蚀刻凹腔。这些凹腔形成与实施方式 A 的造型 34 相类似的摆轮造型。如在图 12 和 13 的示例中所示,所获得的造型可为带有四个臂 40'、42'、44' 和 46' 的大致轮圈形状。然而,有利地根据方法 1,在底层 7 上的蚀刻允许关于造型 34 的几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,臂的数量和几何形状可不相同,并且轮圈不必为圆形的,而是可以例如为椭圆形的。另外,臂 40'、42'、44' 和 46' 可为较细长的,以允许它们在有任何震动传递到调节元件上的情况下沿轴向和 / 或径向变形。

[0082] 优选地,在底层 7 中制成的摆轮造型的一部分与分别在步骤 101 和 103 期间在顶层 5 和附加层 21 中制成的造型 17 和 25 具有类似的形状并大致是垂直的。在图 12 和 13 所示的示例中,该摆轮造型与造型 17 和 25 以及金属部分 61 和 / 或 63 一起形成调节元件 41' 的摆轮 43',该摆轮的轮缘 47' 因此相对于所有层 5、7 和 21 以及金属部分 61 和 / 或 63 沿高度方向延伸。

[0083] 另外,优选地,如在实施方式 A 中一样,连续的凹腔形成可接纳调节元件 41' 的摆

轮轴 49 的内径。最后,应当注意,在底层 7 中也可不再生成材料桥接件 18。

[0084] 在此第七步骤 108 之后,清楚的是,在底层 7 中蚀刻的摆轮造型仅以非常高的附着水平连接到在步骤 101 期间所蚀刻的顶层 5 的造型 17 和 19。因此该摆轮造型不再与底层 7 直接接触。

[0085] 在如上所述的最终步骤 106 之后,第二实施方式 B 从而生成带有一个或两个金属部分 61、63 的、由基于硅的材料形成的一体式调节元件 41',如从图 12 和 13 所见。因此,清楚的是,由于在调节元件 41' 的制造过程中直接执行装配,因此不再存在任何装配问题。该调节元件包括摆轮 43',该摆轮的轮毂 45' 通过四个臂 40'、42'、44' 和 46' 沿径向连接到轮缘 47',并且沿轴向连接到细弹簧 51',该细弹簧包括游丝 53' 和内桩 55'。

[0086] 如上所述,轮缘 47' 通过底层 7 的摆轮造型的周向环、顶层 5 和附加层 21 的造型 25 和 17、以及可能地金属部分 61 形成。另外,内桩 55' 通过附加层 21 的造型 23 和顶层 5 的造型 19 形成。此造型 19 优选地用作细弹簧 51' 和摆轮 43' 之间的间隔装置,从而可使用索引装配将游丝 53' 钉固在内桩上。造型 19 还可通过增加内桩 55' 的高度而用作细弹簧 51' 的导引装置。

[0087] 然而,有利地根据方法 1,在附加层 21 上的蚀刻对于游丝 53' 的几何形状留有完全的自由度。因此,特别地,游丝 53' 可不具有开放的外部曲线,而可以例如在外部曲线的端部上具有突起部分,该突起部分可用作固定的附接点,即不需要索引装配。

[0088] 优选地,调节元件 41' 能够在其内径中接纳摆轮轴 49。有利地,根据本发明,由于调节元件 41' 为一体件,不必须将摆轮轴 49 固定到内桩 55' 和摆轮 43' 上,而仅需将其固定到这两个部件之一上。

[0089] 在图 12 和 13 所示的示例中,例如通过被压入其中而使摆轮轴 49 优选地固定到金属部分 63 的内径 67 上。另外,优选地,凹腔 24 和 10 的截面与金属部分 63 的内径 67 的截面相比具有较大的尺寸,以防止摆轮轴 49 与内桩 55' 推入配合接触。

[0090] 因此,清楚的是,摆轮 43' 仅通过内桩 55' 来承受细弹簧 51' 的应力,反之亦然,因为所有这三者形成为一体件。因此摆轮轴 49 优选地仅通过摆轮 43' 的轮毂 45' 的金属部分 63 承受来自调节元件 41' 的力。

[0091] 另外,由于金属部分 61 已被沉积,所以有利地增强了摆轮 43' 的惯性。事实上,由于金属的密度远大于硅的密度,摆轮 43' 的质量增加的同时其惯性也随之增加。

[0092] 根据第三实施方式 C,在步骤 103 或 104 之后,方法 1 包括如图 7 所示的第六步骤 109,该第六步骤 109 包括例如通过 DRIE 工艺在基于硅的材料制成的底层 7 中选择性地蚀刻凹腔 60 和 / 或 62 到有限的深度。这些凹腔 60、62 形成可用作至少一个金属部分的容器的凹部。如图 7 所示的示例,所获得的凹腔 60 和 62 可分别采用环和盘的形式。然而,有利地根据方法 1,底层 7 的蚀刻允许关于凹腔 60 和 62 的几何形状具有完全的自由度。

[0093] 在第七步骤 110 中,如图 8 所示,方法 1 包括执行电生长 (galvanic growth) 或 LIGA 工艺,以便根据特定的金属形状填充凹腔 60 和 / 或 62。优选地,所沉积的金属可例如是金或镍。

[0094] 在图 8 所示的示例中,步骤 110 可包括在凹腔 60 中沉积带凹口的环 64 和 / 或在凹腔 62 中沉积筒体 66。另外,在图 8 所示的示例中,环 64 具有一系列大致为圆弧的柱 69 并有利地用于增加摆轮 43' 的质量。如已在上面说明的,硅的缺点是其密度低。因此,与实

施方式 B 一样,本发明的一个特征在于,使用被电镀的金属来增加摆轮 43”的质量,从而增加将来的摆轮 43”的惯性。然而,为了保持硅的优点,沉积在底层 7 上的金属包括在各个柱 69 之间的空间,该空间可用于补偿环 64 的任何热膨胀。

[0095] 在图 8 所示的示例中,筒体 66 用于接纳摆轮轴 49,该摆轮轴 49 被有利地压入该筒体中。事实上,如已在上面说明的,本发明的一个有利特征在于,并非抵靠基于硅的材料来紧固摆轮轴 49,而是在步骤 110 期间被电镀的金属筒体 66 的内径 70 上紧固摆轮轴 49。有利地,根据方法 1,被电镀的筒体 66 允许关于其几何形状具有完全的自由度。因此,特别地,内径 70 不必须为圆形的,而例如可以是多边形的,这可改善与具有匹配形状的摆轮轴 49 一起旋转时的力的传递。

[0096] 优选地,方法 1 可包括第八步骤 111,该第八步骤 111 包括抛光在步骤 110 期间制成的金属沉积物 64、66,以使它们平整。

[0097] 在第九步骤 112 中,类似于图 5 所示的步骤 105 或 108,例如通过 DRIE 工艺在基于硅的材料制成的底层 7 中选择性地蚀刻凹腔。这些凹腔形成与第一实施方式 A 的造型 34 类似的摆轮造型。如在图 14 和 15 的示例中所示,所获得的造型可为带有四个臂 40”、42”、44”和 46”的大致轮圈形状。然而,有利地根据方法 1,在底层 7 上的蚀刻关于造型 34 的几何形状留有完全的自由度。因此,特别地,臂 40”、42”、44”和 46”的数量和几何形状可不相同,并且轮圈不必须为圆形的,而可以例如为椭圆形的。另外,臂可为较细长的,以允许它们在有任何震动传递到调节元件上的情况下沿轴向和 / 或径向变形。

[0098] 优选地,在底层 7 中制成的摆轮造型与分别在步骤 101 和 103 期间在顶层 5 和附加层 21 中制成的造型 17 和 25 具有类似的形状并大致垂直。在所示的示例中,该摆轮造型与造型 17 和 25 以及金属部分 64 和 / 或 66 一起形成调节元件 41”的摆轮 43”,该摆轮的轮缘 47”因此延伸跨过所有层 5、7 和 21 的顶部。

[0099] 另外,优选地,如在实施方式 A 和 B 中一样,连续的凹腔形成可接纳调节元件 41”的摆轮轴 49 的内径。最后,应当注意,在底层 7 中不再生成材料桥接件 18。

[0100] 在此第九步骤 112 之后,清楚的是,在底层 7 中蚀刻的摆轮造型仅以非常高的附着水平连接到在步骤 101 期间蚀刻的顶层 5 的造型 17 和 19 上。因此该摆轮造型不再与底层 7 直接接触。

[0101] 在上述的最终步骤 106 之后,获得带有一个或两个金属部分 64、66 的、由基于硅的材料形成的一体式调节元件 41”,如从图 14 和 15 所见。因此,清楚的是,由于在调节元件 41”的制造过程中直接执行装配,因此不再存在任何装配问题。该调节元件 41”包括摆轮 43”,该摆轮的轮毂 45”通过四个臂 40”、42”、44”和 46”沿径向连接到轮缘 47”,并且沿轴向连接到细弹簧 51”,该细弹簧包括游丝 53”和内桩 55”。

[0102] 如上所述,轮缘 47”通过底层 7 的摆轮造型的周向环、顶层 5 和附加层 21 各自的造型 25 和 17、以及可能地金属部分 64 形成。另外,内桩 55”通过附加层 21 的造型 23 和顶层 5 的造型 19 形成。优选地,此造型 19 用作细弹簧 51”和摆轮 43”之间的间隔装置,从而例如可使用索引装配将游丝 53”钉固在内桩上。造型 19 还可通过增加内桩 55”的高度而用作细弹簧 51”的导引装置。

[0103] 然而,有利地根据方法 1,在附加层 21 上的蚀刻关于游丝 53”的几何形状留有完全的自由度。因此,特别地,游丝 53”可不具有开放的外部曲线,而可以例如在外部曲线的端

部上具有突起部分,该突起部分可用作固定的附接点,即不需要索引装配。

[0104] 优选地,调节元件 41' 能够在其内径中接纳摆轮轴 49。有利地根据本发明,由于调节元件 41" 为一体件,所以不必须将摆轮轴 49 固定到内桩 55" 和摆轮 43" 上,而仅需将其固定到这两个部件之一上。

[0105] 在图 14 和 15 所示的示例中,摆轮轴 49 优选地被固定到金属部分 66 的内径 70 上,例如被压入其中。另外,优选地,凹腔 24 和 10 的截面与金属部分 66 的内径 70 的截面相比具有较大的尺寸,以防止摆轮轴 49 与内桩 55" 推入配合接触。

[0106] 因此,清楚的是,摆轮 43" 仅通过内桩 55" 来承受细弹簧 51" 的应力,反之亦然,因为所有这三者形成为一体件。因此,摆轮轴 49 优选地仅通过摆轮 43" 的轮毂 45" 的金属部分 66 承受来自调节元件 41" 的应力。

[0107] 另外,由于金属部分 64 已被沉积,所以有利地增强了摆轮 43" 的惯性。事实上,由于金属的密度远大于硅的密度,摆轮 43" 的质量增加的同时其惯性也随之增加。

[0108] 根据三个实施方式 A、B 和 C,应当理解,最终的调节元件 41、41' 和 41" 在被结构化之前、即在被蚀刻和 / 或通过电镀改变之前进行装配。这有利地使由现行的摆轮与细弹簧的装配所产生的偏差最小化。

[0109] 还应当注意,深反应离子蚀刻的非常好的结构精度使各游丝 53、53'、53" 和 53'" 的起始半径、即各游丝的内桩 55、55'、55" 和 55'" 的外径减小,这使得内桩 55、55'、55" 和 55'" 的内径和外径能够微型化。

[0110] 有利地,根据本发明,还清楚的是,多个调节元件 41、41' 和 41" 可在相同的衬底 3 上制成,这使得能够进行批量生产。

[0111] 当然,本发明不限于所示出的示例,而能够进行各种变型和修改,这些变型和修改对于本领域技术人员将是清楚的。特别地,在步骤 101 和 103 期间在层 5 和 21 中所蚀刻的造型 17 和 25 可不限于平坦表面状态,而是可在所述步骤期间结合至少一个装饰物,以用于装饰轮缘 47、47' 和 47" 的至少一个面,这尤其对于镂空类型的時計是有用的。

[0112] 还可颠倒在实施方式 B 和 C 中被电镀的金属部分 63、66,即,方式 B 的突出部分 63 可由方式 C 的集成部分 66 代替,反之亦然(其仅需要方法 1 做最少的调整),或者甚至使集成在轮毂中的部分 66 从底层 7 突出。

[0113] 根据类似的推理,还可颠倒在实施方式 B 和 C 中被电镀的金属部分 61、64,即,方式 B 的突出部分 61 可由方式 C 的集成部分 64 代替,反之亦然,或者可使集成在轮缘中的部分 64 从底层 7 突出。

[0114] 另外,在释放步骤 106 之后,方法 1 还可有利地提供调整调节元件 41、41' 和 41" 的频率的步骤。则该步骤可包括例如通过激光蚀刻凹部 68,该凹部可使所述调节元件的工作频率改变。例如在图 10 和 11 中所示,这些凹部 68 可例如在属于轮缘 47、47' 和 47" 的造型 34 的其中一个周向壁上和 / 或在其中一个被电镀的金属部分 61、64 上制成。相反地,也可设想将惯性块调节结构用于增加惯性和调节频率。

[0115] 还可在调节元件 41、41' 和 41" 的至少一部分上沉积导电层,以防止等时性问题。所述层可以是 EP 1 837 722 中所公开的类型,该专利作为参考结合在此。

[0116] 最后,还可在步骤 107 和步骤 108 之间执行类似步骤 111 的抛光步骤。还可设想不在摆轮上而是 - 如果仅制造细弹簧 51'" 的话 - 在附加层 21 上进行制造金属沉积物 63、

66 的步骤,所述金属沉积物为通过实施方式 B 和 C 所获得的类型,从而(摆轮)轴可不抵靠内桩 55'”的内径的基于硅的材料被压入,而是抵靠所述金属沉积物被压入。

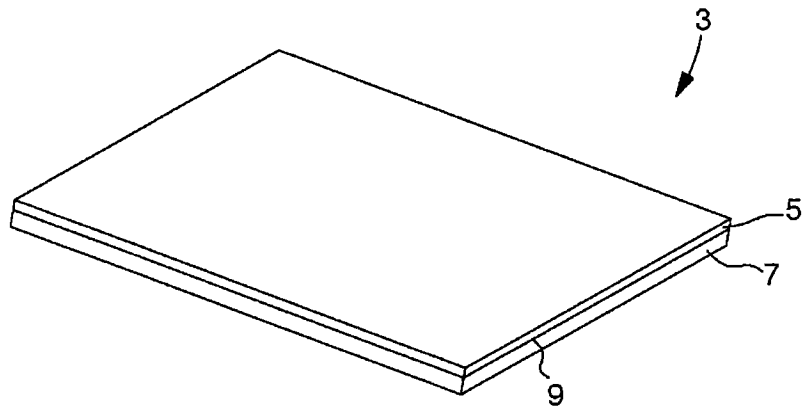


图 1

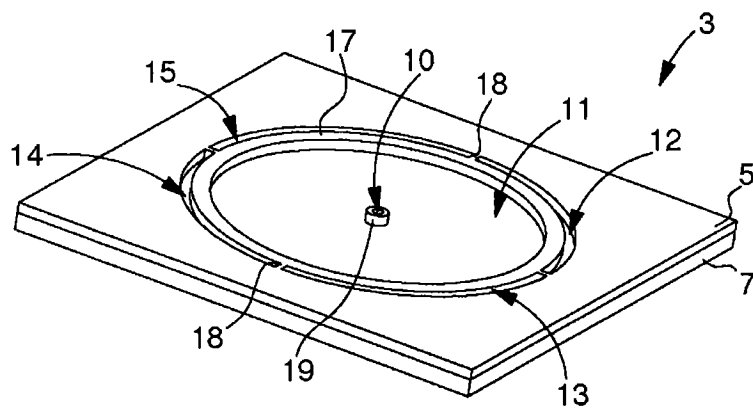


图 2

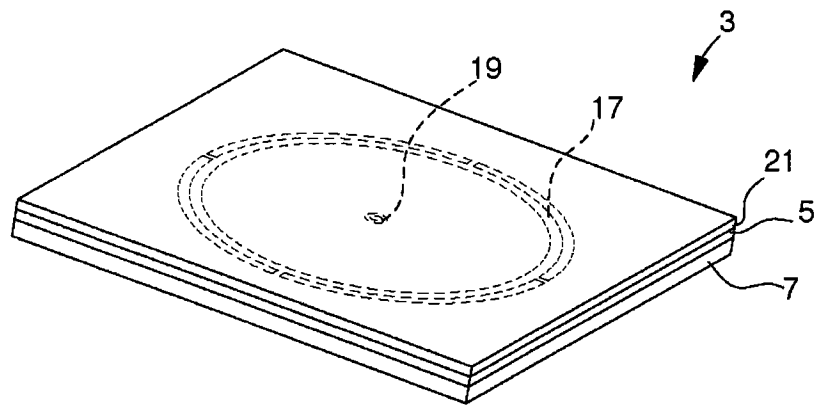


图 3

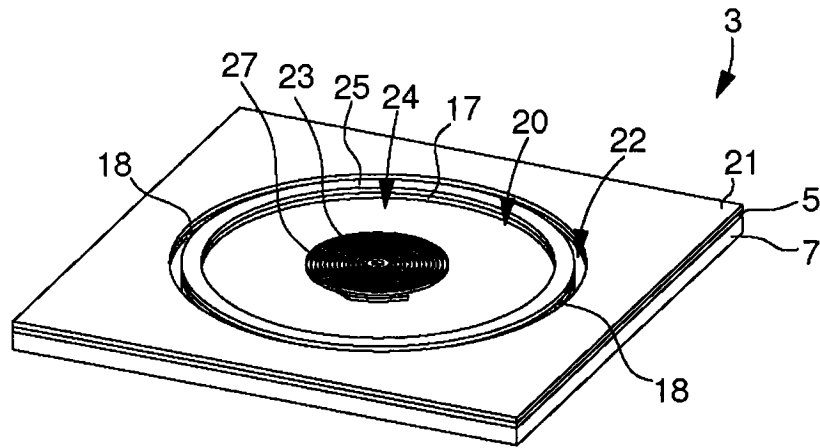


图 4

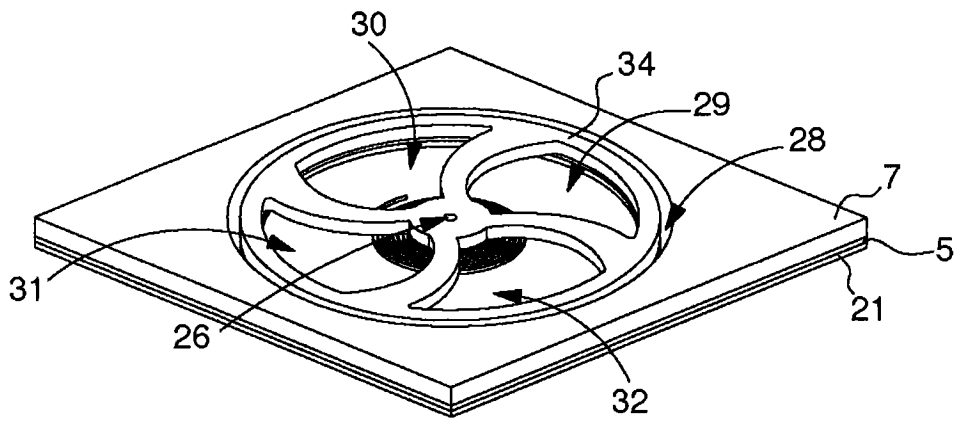


图 5

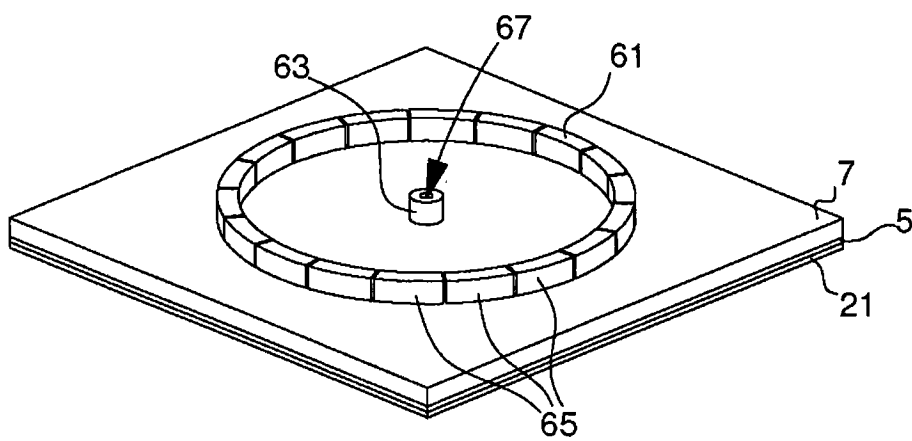


图 6

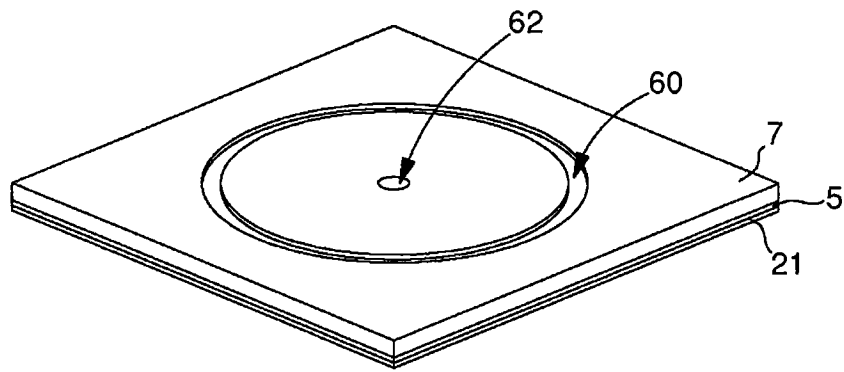


图 7

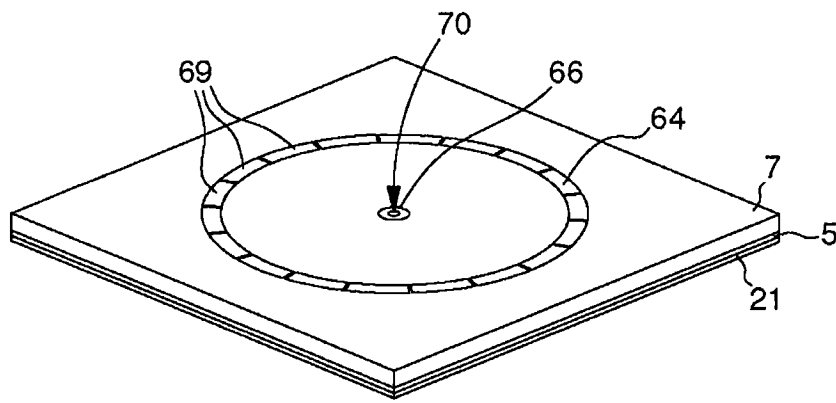


图 8

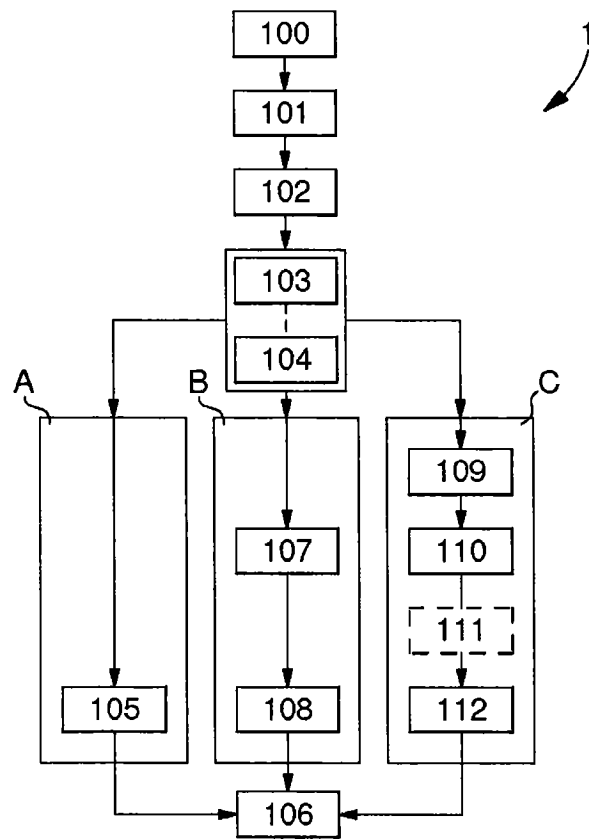


图 9

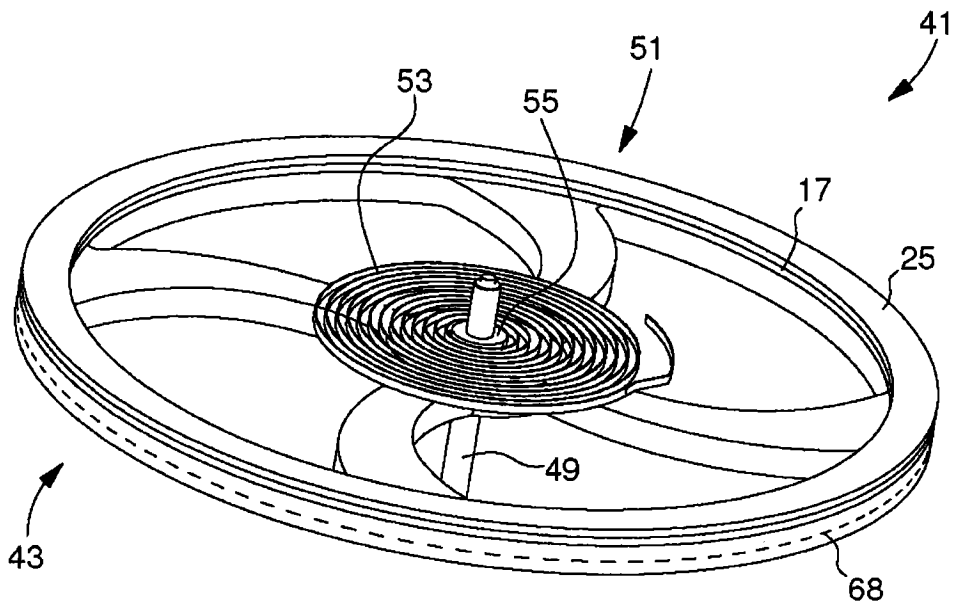


图 10

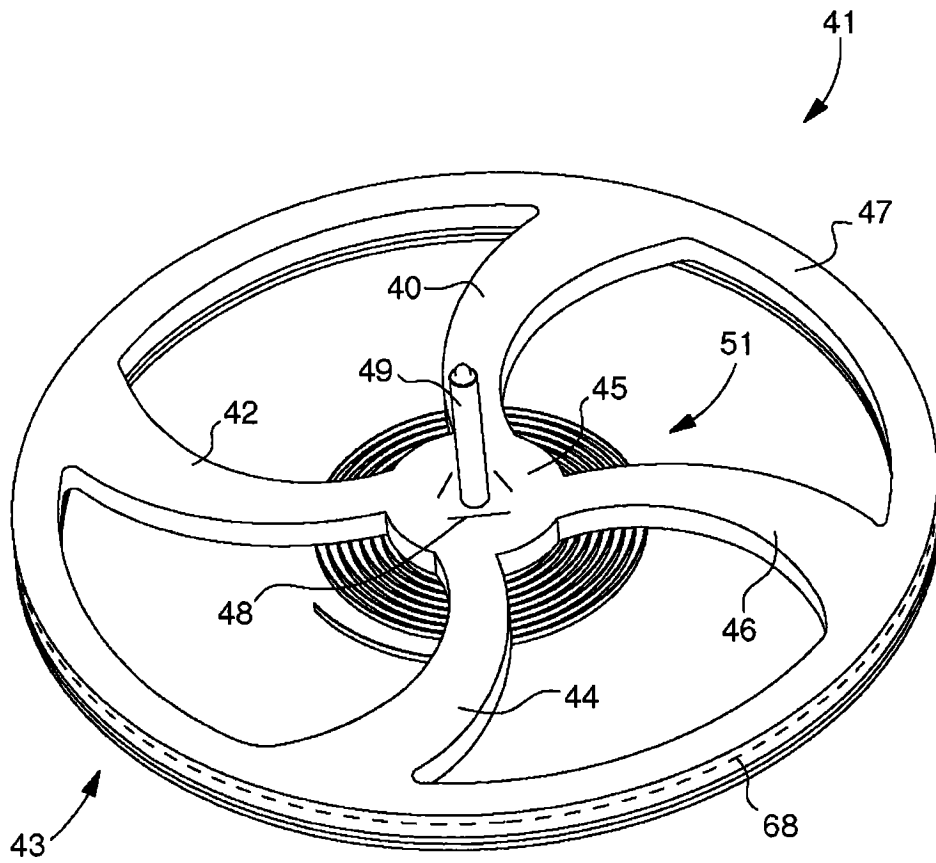


图 11

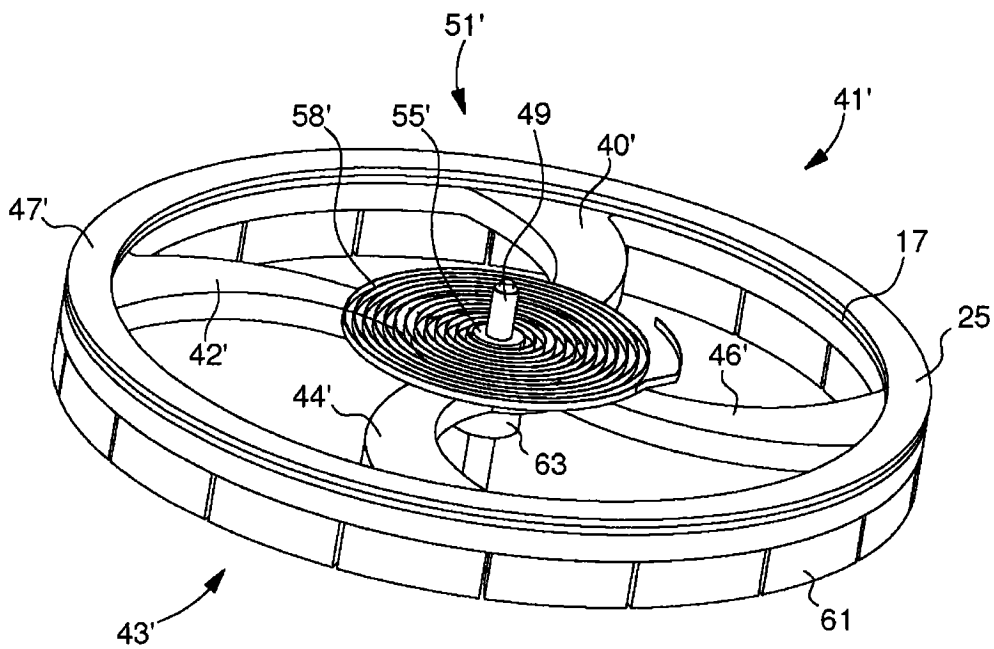


图 12

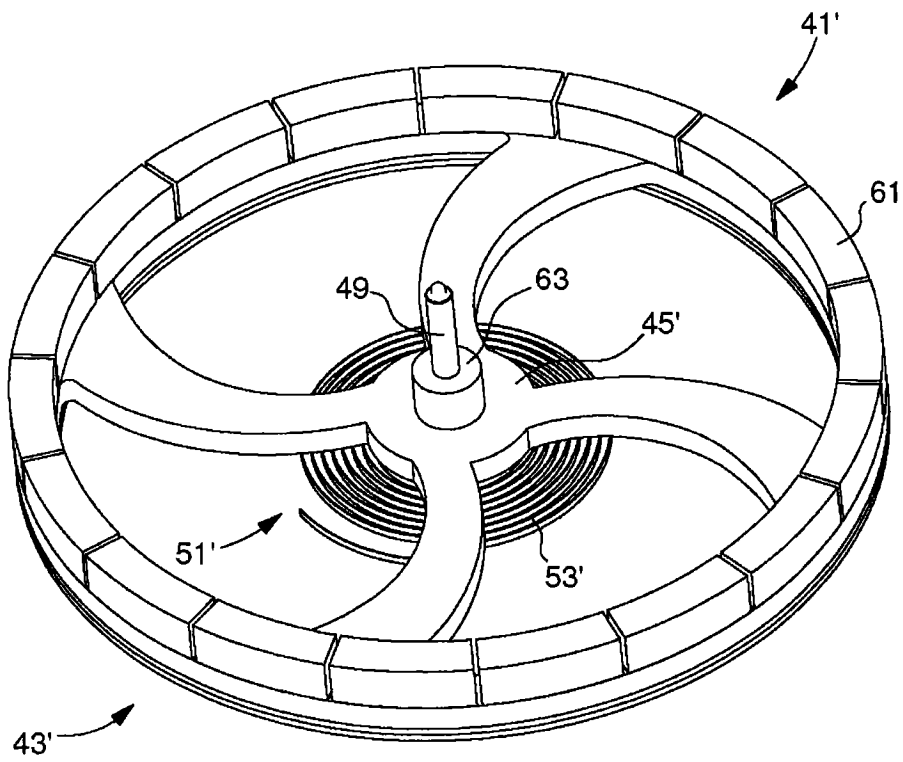


图 13

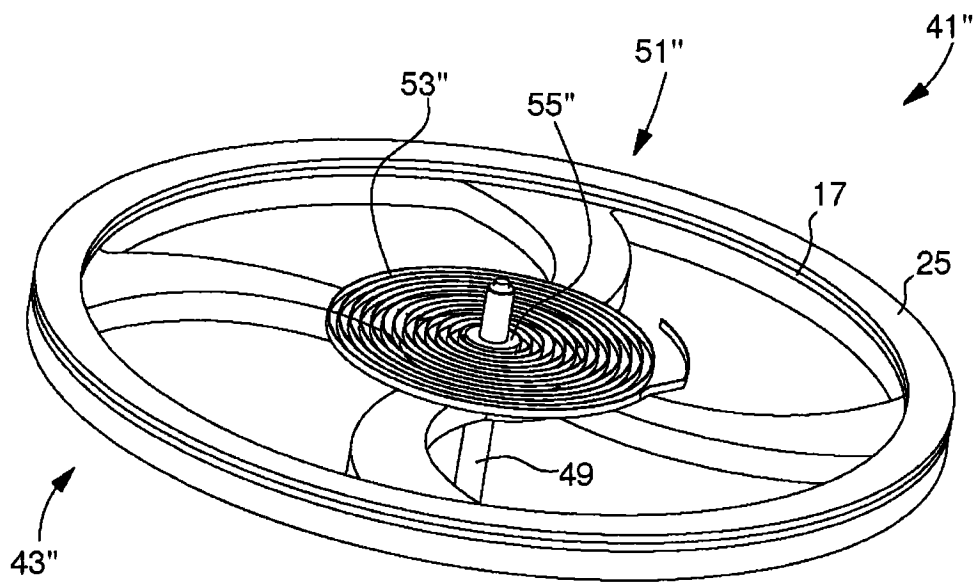


图 14

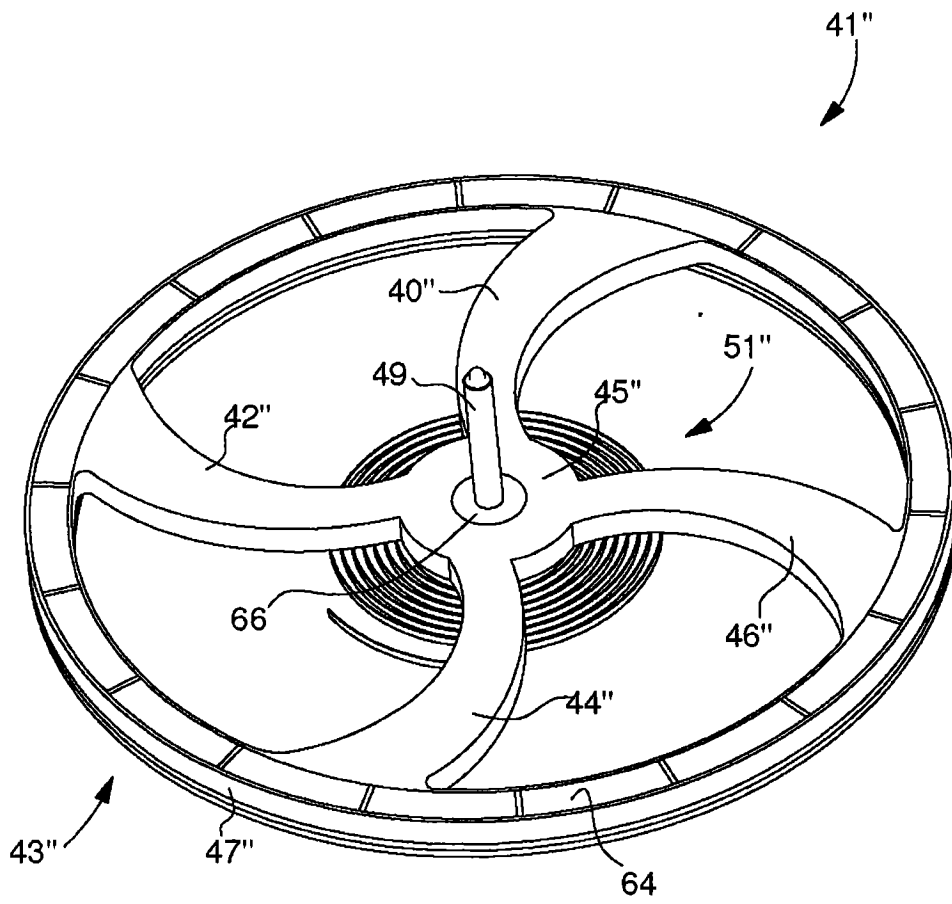


图 15

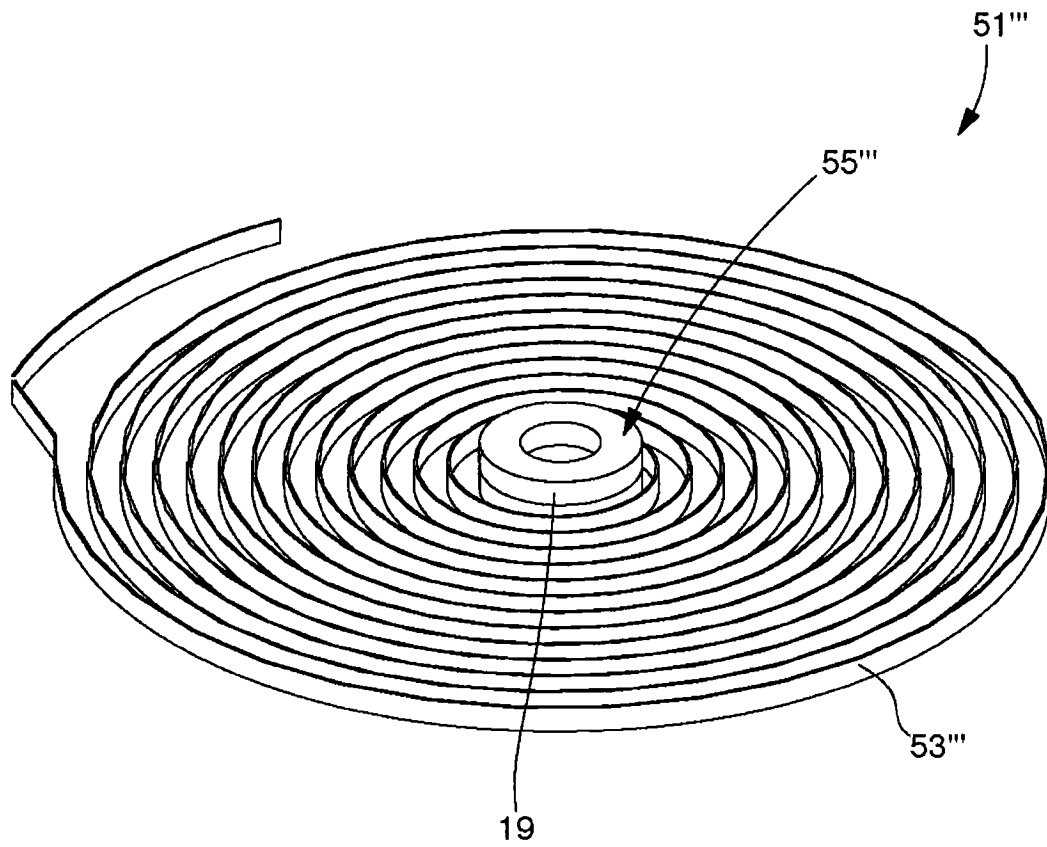


图 16