



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101550978 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200910203911. 3

(22) 申请日 2009. 03. 27

(30) 优先权数据

08153598. 1 2008. 03. 28 EP

(73) 专利权人 宝玑表有限公司

地址 瑞士拉巴耶

(72) 发明人 P·-A·巴勒 M·维拉尔多

T·科纽斯 J·-P·蒂鲍德

J·-B·彼得斯 P·库辛

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 温大鹏 刘华联

(51) Int. Cl.

F16F 1/02 (2006. 01)

F16F 1/10 (2006. 01)

G04B 1/14 (2006. 01)

G04B 17/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1837722 A2, 2007. 09. 26,

CN 1385765 A, 2002. 12. 18,

FR 2063156 A1, 1971. 07. 09,

FR 2315714 A1, 1977. 01. 21,

CH 695395 A5, 2006. 04. 28,

EP 1605323 A2, 2005. 12. 14,

EP 1612627 A1, 2006. 01. 04,

EP 0732635 A1, 1996. 09. 18,

审查员 葛慧琳

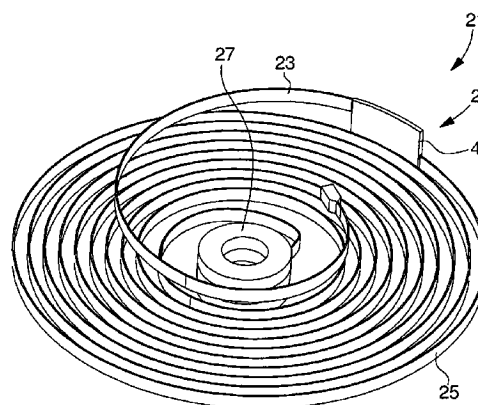
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

单片游丝及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种单片游丝 (21, 21'), 包括在硅基材料的同一层中形成的同轴安装于内桩 (27, 27') 上的摆轮游丝 (25, 25')。根据本发明, 该游丝包括在硅基材料的所述层之上的用于所述摆轮游丝外部线圈的上升装置 (2, 2'), 以改善所述游丝的同轴扩展。本发明也涉及一种包括这种类型的游丝的时钟以及制造这种游丝的方法。本发明涉及时钟机芯领域。



1. 一种单片游丝 (21, 21'), 包括在硅基材料的同一层中形成的同轴安装于内桩 (27, 27') 上的摆轮游丝 (25, 25'), 其特征在于, 包括在硅基材料的所述层上的用于所述摆轮游丝外部线圈的上升装置 (2, 2'), 以便改善所述游丝的同轴扩展。

2. 根据权利要求 1 所述的游丝, 其特征在于, 上升装置 (2, 2') 包括连接摆轮游丝 (25, 25') 的外部线圈的上升构件 (4, 4'), 其在硅基材料的第二层中形成。

3. 根据权利要求 2 所述的游丝, 其特征在于, 上升装置 (2) 包括连接于所述上升构件 (4) 并且在硅基材料的第三层中形成的末端曲线 (23)。

4. 根据权利要求 3 所述的游丝, 其特征在于, 末端曲线 (23) 是菲利浦曲线。

5. 根据权利要求 1 所述的游丝, 其特征在于, 内桩 (27) 包括从所述摆轮游丝突起的一个延伸部分 (9, 13), 以便改善所述游丝的定向。

6. 根据权利要求 2 所述的游丝, 其特征在于, 上升装置 (2') 包括第二摆轮游丝 (23'), 所述第二摆轮游丝同轴安装于第二内桩 (27'') 上、连接于所述上升构件 (4') 并且在硅基材料的第三层中形成, 从而形成双重串联游丝。

7. 根据权利要求 1 所述的游丝, 其特征在于, 包括至少一个二氧化硅部分以使所述游丝更具机械抗性并调节其热弹性系数。

8. 根据权利要求 1 所述的游丝, 其特征在于, 至少一个内桩 (27, 27', 27'') 具有一个金属部件 (29, 31) 以用于接收在其中驱动的心轴。

9. 根据权利要求 1 所述的游丝, 其特征在于, 至少一个摆轮游丝 (25, 25', 23') 内部线圈 (26) 具有格罗斯曼曲线以改善所述游丝的同轴扩展。

10. 一种时钟, 其特征在于, 所述时钟包括根据前述权利要求中任一项所述的单片游丝 (21, 21')。

11. 一种制造单片游丝的方法 (1), 包括以下步骤:

a) 提供 (100) 包括由硅基材料制成的顶层 (5) 和底层 (11) 的基底 (3),

b) 选择性地顶层 (5) 蚀刻 (101) 至少一个空腔 (8, 10) 以限定由硅基材料形成的所述游丝的上升构件 (4),

c) 将硅基材料附加层 (7) 连接到 (102) 基底 (3) 的被蚀刻的顶层 (5),

d) 选择性地附加层 (7) 中蚀刻 (103) 至少一个空腔 (18, 20) 以延续上升构件 (4) 的图样并且限定由硅基材料制成的所述游丝的摆轮游丝 (25) 和内桩 (27) 的图样;

其特征在于, 所述方法进一步包括以下步骤:

e) 选择性地底层 (11) 中蚀刻 (105, 108, 112) 至少一个空腔 (12, 14) 以延续上升构件 (4) 的图样并且限定由硅基材料形成的末端曲线 (23) 的图样, 以及

f) 从基底释放 (106) 单片游丝 (21)。

12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 步骤 d) 中摆轮游丝 (25) 和内桩 (27) 的蚀刻与步骤 e) 中末端曲线 (23) 的蚀刻相颠倒。

13. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 在硅基材料其他层的至少一层中蚀刻内桩 (27) 的延伸部分的图样 (9, 13)。

14. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 在步骤 e) 过程中蚀刻的末端曲线 (23) 的图样被第二摆轮游丝 (23') 和第二内桩 (27'') 的图样取代, 以便形成串联的双游丝 (21')。

15. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,在蚀刻摆轮游丝 (25, 25', 23') 的步骤之后,进一步包括以下步骤:

g) 氧化由硅基材料制成的摆轮游丝 (25, 25', 23'), 以便使所述摆轮游丝更具机械抗性并调节其热弹性系数。

16. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,在步骤 e) 之前,进一步包括以下步骤:

h) 在底层上选择性地沉积 (107, 110) 至少一个金属层以形成沉积,从而限定所述单片游丝的金属部件 (29, 31) 的图样。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,步骤 h) 包括以下步骤:

i) 至少部分地在底层表面上通过连续的金属层使所述沉积生长,以便形成金属部件 (29) 以用于接纳在其中被驱动的心轴。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,步骤 h) 包括以下阶段:

j) 选择性地在底层蚀刻 (109) 用于接纳金属部件 (31) 的至少一个空腔 (30);

k) 至少部分地在所述至少一个空腔中通过连续的金属层使所述沉积生长,以便形成金属部件 (31) 以用于接纳在其中被驱动的心轴。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,步骤 h) 包括以下的最后阶段:

l) 抛光 (111) 金属沉积。

20. 根据权利要求 11 至 19 中任一项所述的方法,其特征在于,多个单片游丝 (21, 21') 在同一基底 (3) 上形成。

单片游丝及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种游丝及其制造方法,特别地,涉及一种单片形成的具有上升的末端曲线的游丝。

背景技术

[0002] 时钟的调节部件通常包括称做摆轮的惯性轮和称做游丝的谐振器。这些部件关于时钟的工作质量具有决定性作用。实际上,它们调节机芯,即,它们控制机芯的频率。

[0003] 在具有上升的末端曲线的游丝的情况中,已经测试过很多材料和方法,但是都不能克服关于谐振组装的困难。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是通过提供具有上升的末端曲线的单片游丝来克服全部或部分上述缺陷,该单片游丝的热弹性系数可以调节并且其利用使组装困难最小化的制造方法而获得。

[0005] 因此本发明涉及一种单片游丝,包括在硅基材料的同一层中形成的同轴安装于内桩上的摆轮游丝,特征在于,该单片游丝包括将所述摆轮游丝外圈提高或提升于硅基材料的所述层之上以便改善所述游丝的同轴扩展的装置。

[0006] 根据本发明的其他有利特征:

[0007] - 上升装置包括用于连接摆轮游丝外圈的上升构件,其在硅基材料的第二层中形成;

[0008] - 上升装置具有连接于所述上升构件并且在硅基材料的第三层中形成的末端曲线,其形成贝利坚 (Breguet) 线圈;

[0009] - 末端线圈是菲利浦 (Philips) 曲线;

[0010] - 内桩包括从所述摆轮游丝突起的延伸部分,以便改善所述游丝的定向;

[0011] - 上升装置包括第二摆轮游丝,其同轴安装于第二内桩上、连接于所述上升构件、并且在硅基材料的第三层中形成以形成串联的双摆轮游丝;

[0012] - 游丝具有至少一个由二氧化硅形成的部分以使它更具机械抗性并调节它的热弹性系数,

[0013] - 至少一个内桩具有在其中驱动心轴的金属部件,这样避免了对硅基材料制成的内径的损伤;

[0014] - 至少一个内部摆轮游丝线圈具有格罗斯曼 (Grossmann) 曲线,以便改善所述游丝的同轴扩展。

[0015] 更加概括地,本发明涉及一种时钟,特征在于它包括根据前述变体中任一种所述的单片游丝。

[0016] 最后,本发明涉及一种制造游丝的方法,包括以下步骤:

[0017] a) 提供包括由硅基材料制成的顶层和底层的基底,

- [0018] b) 选择性地在顶层蚀刻至少一个空腔以限定由硅基材料制成的所述游丝的上升构件，
- [0019] c) 将硅基材料附加层连接到基底的被蚀刻的顶层，
- [0020] d) 选择性地在附加层蚀刻至少一个空腔以延续上升构件的图样并且限定由硅基材料制成的所述游丝的摆轮游丝和内桩的图样，
- [0021] 特征在于，所述方法进一步包括以下步骤：
- [0022] e) 选择性地在底层蚀刻至少一个空腔以沿续上升构件的图样并且限定末端线圈的图样；
- [0023] f) 从基底释放游丝。
- [0024] 根据本发明的其他有利特征：
- [0025] - 步骤 d) 中摆轮游丝和内桩的蚀刻与步骤 e) 中末端曲线的蚀刻相颠倒，
- [0026] - 在硅基材料其他层的至少一层中蚀刻内桩延伸部分的图样；
- [0027] - 在步骤 e) 过程中蚀刻的末端曲线的图样被第二摆轮游丝和第二内桩的图样取代，以便形成串联的双摆轮游丝；
- [0028] - 在蚀刻摆轮游丝的步骤之后，该方法包括步骤 g)：氧化由硅基材料制成的摆轮游丝，以便使它更具机械抗性并调节它的热弹性系数，
- [0029] - 在步骤 e) 之前，该方法包括步骤 h)：在底层上选择性地沉积至少一个金属层以限定内桩上的金属部件的图样，
- [0030] - 步骤 h) 包括步骤 i)：至少部分地在底层表面上通过连续的金属层使所述沉积生长，以便形成在其中驱动心轴的金属部件，
- [0031] - 步骤 h) 包括步骤 j)：选择性地在底层蚀刻用于接纳金属部件的至少一个空腔，以及步骤 k)：至少部分地在所述至少一个空腔中通过连续的金属层使所述沉积生长，以便形成在其中驱动心轴的金属部件，
- [0032] - 步骤 h) 包括最后的步骤 l)：抛光金属沉积，
- [0033] - 多个游丝在同一基底上形成。

附图说明

- [0034] 其他特性和特征将从以下描述中更清晰地呈现，参照附图以非限制性说明的方式给出所述描述，其中：
- [0035] - 图 1 至 5 示出根据本发明的制造方法的连续视图，
- [0036] - 图 6 至 8 示出替代性实施例的连续步骤的视图，
- [0037] - 图 9 示出根据本发明的方法的流程图，
- [0038] - 图 10 和 11 是根据本发明的单片游丝的透视图，
- [0039] - 图 12 是根据本发明的一个变体的游丝的透视图。

具体实施方式

[0040] 本发明涉及一种方法，总体表示为 1，该方法用于制造用于时钟机芯的具有提升或上升的末端曲线的单片游丝 21, 21'。如图 1 至 9 中所示，方法 1 包括形成至少一种游丝连续步骤，游丝可以完全由硅基材料形成。

[0041] 参照图 1 和 9, 第一步骤 100 在于获取硅绝缘体 (silicon-on-insulator, SOI) 基底 3。基底 3 包括各自由硅基材料形成的顶层 5 和底层 7。

[0042] 优选地, 在该步骤 100 中, 选择基底 3 以使底层 7 的高度与最终的游丝 21 的一部分的高度相配。

[0043] 优选地, 顶层 5 用作相对于底层 7 的间隔构件。因此, 顶层 5 的高度依照具有上升的末端线圈 21, 21' 的游丝的结构来改变。

[0044] 在第二步骤 101 中, 在图 2 中可见, 在硅基材料的顶层 5 中, 空腔 8 例如通过 DRIE (深反应离子蚀刻) 过程被选择性地蚀刻。空腔 8 优选地形成图样 6, 该图样限定属于游丝 21, 21' 的上升装置 2 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0045] 在图 10 和 11 中所示的第一变体中, 图样 6 形成游丝 21 的上升装置 2 的上升构件 4 的中间部分。如图 2 所示, 图样 6 采用弯曲的、矩形板的近似形式。然而, 有利地, 根据方法 1, 在顶层 5 上的蚀刻给关于图样 6 的几何形状留下完全的自由。因此, 图样 6 可以不必是矩形, 而是例如梯形的。

[0046] 在图 12 中所示的第二变体中, 图样 6 形成游丝 21' 的上升装置 2' 的上升构件 4' 的中间部分。如图 2 所示, 图样 6 采用弯曲的、矩形板的近似形式。然而, 有利地, 根据方法 1, 在顶层 5 上的蚀刻给关于图样 6 的几何形状留下完全的自由。因此, 特别地, 图样 6 可以不必是矩形, 而是例如可以形成完整的环形。

[0047] 优选地, 对于图 10 和 11 的第一变体, 另一个空腔 10 可以在步骤 101 中被蚀刻, 以便形成不同于图样 6 的图样 9, 其限定分别属于游丝 21 内桩 27 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0048] 在图 10 和 11 中所示的例子中, 图样 9 因而形成具有上升的末端曲线的游丝 21 的内桩 27 的中间部分。如图 2 中所示, 图样 9 大致为具有环形截面的圆柱形。然而, 有利地, 根据方法 1, 在顶层 5 上的蚀刻给关于图样 9 的几何形状留下完全的自由。因此, 特别地, 图样 9 可以不必是环形, 而可以是例如椭圆形和 / 或具有非环形的内径。

[0049] 优选地, 在步骤 101 中, 形成由材料 16 制成的至少一个桥接件以在制造过程中将具有上升的末端曲线的游丝 21, 21' 保持在基底 3 上。在图 2 中所示的例子中, 可以看到, 材料 16 制成的桥接件留在图样 6 的一个主要表面和未蚀刻层 5 的剩余部分之间。

[0050] 在第三步骤 102 中, 在图 3 中示出, 硅基材料的附加层 11 被加到基底 3 上。优选地, 附加层 11 通过硅熔接 (SFB) 固定于顶层 5。因此, 步骤 102 有利地通过以非常高的粘着力将图样 6 和可能的图样 9 的顶面连接到附加层 11 的底面来覆盖顶层 5。

[0051] 在第四步骤 103 中, 在图 4 中示出, 空腔 18 和 20 例如通过与步骤 101 相似的 DRIE 过程在附加硅层 11 中被选择性地蚀刻。这些空腔 18 和 20 形成三个图样 17, 19 和 24, 这三个图样限定了具有上升的末端曲线的游丝 21, 21' 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0052] 在图 4 中所示的例子中, 图样 17 大致为具有环形截面的圆柱形, 并且图样 19 大致为螺旋形。然而, 有利地, 根据方法 1, 在附加层 11 上的蚀刻允许关于图样 17 和 19 的几何形状的完全的自由。因此, 特别地, 图样 19 例如可以具有更多线圈或具有包括改善其同心扩展的格罗斯曼曲线的内部线圈, 这在 EP 专利 1612627 中作出了说明, 该专利通过引用并入本文。

[0053] 优选地, 对于图 10 和 11 的第一变型, 在附加层 11 中形成的图样 17 与顶层 5 中形

成的图样 9 的形状相似并且与图样 9 铅直。这意味着分别形成图样 17 和 9 的内径的空腔 18 和 10 互相连通并大致地一个在另一个之上。在图 10 和 11 中所示的例子中,图样 9 和 17 分别形成游丝 21 的内桩 27 的上部和中部。

[0054] 有利地,由于图样 17 和 19 同时被蚀刻,因此它们在附加层 11 中形成单片部分。在图 10 和 11 中所示的第一变体中,图样 17 和 19 分别形成内桩 27 的下部和具有上升的末端曲线的游丝 21 的摆轮游丝 25。在图 12 中所示的第二变体中,图样 17 和 19 分别形成第一内桩 27' 和具有上升的末端波形的游丝 21' 的第一摆轮游丝 25'。

[0055] 优选地,在附加层 11 中形成的图样 24 与顶层 5 中形成的图样 6 的形状相似并且大致与图样 6 铅直。在图 10 和 11 中所示的第一变体中,图样 6 和 24 分别形成游丝 21 的上升装置 2 的上升构件 4 的上部和中部。

[0056] 在图 12 中所示的第二变体中,图样 6 和 24 分别形成游丝 21' 的上升装置 2' 的上升构件 4' 的上部和中部。当然,相似地,材料 16 制成的桥接件的图样可以在步骤 103 中延伸入附加层 11 中。

[0057] 在该第四步骤 103 之后,清楚的是,在附加层 11 中蚀刻的图样 17,19 和 24 通过图样 24 的底部以高粘着力连接于顶层 5 中蚀刻的图样 6 之上。

[0058] 优选地,如图 9 中的虚线所示,方法 1 可以包括第五步骤 104,该步骤在于氧化至少图样 19,即游丝 21,21' 的摆轮游丝 25,25',以便使所述第一摆轮游丝更具机械抗性并调节它的热弹性系数。该氧化步骤在 EP 专利 1422436 中作出说明,该专利通过引用并入本文。

[0059] 有利地,根据本发明,在第四步骤 103 之后,或者优选地,在第五步骤 104 之后,方法 1 可以包括三个实施例 A、B 和 C,如图 9 中所示。然而,三个实施例 A、B 和 C 中的每一个都以相同的最后步骤 106 结束,该最后步骤在于从基底 3 释放所制造的具有上升的末端曲线的游丝 21,21'。

[0060] 有利地,释放步骤 106 可以仅通过向游丝 21,21' 施加足够的力以断开材料 16 制成的桥接件来实现。该力例如可以由操作者手动产生或由机加工产生。

[0061] 根据第一实施例 A,在第六步骤 105 中,空腔 12 和 14 例如通过与步骤 101 和 103 相似的 DRIE 过程在硅基材料的底层 7 中被选择性地蚀刻。这些空腔 12 和 14 形成三个图样 13,15 和 22,这三个图样限定了具有上升的末端曲线的游丝 21,21' 的硅部分的内部和外部轮廓。

[0062] 在图 5 中所示的第一变体中,图样 13 大致为具有环形截面的圆柱形,并且图样 15 大致为螺旋形。而且,图样 22 具有弯曲的矩形板的形式。然而,有利地,根据方法 1,在底层 7 中的蚀刻给关于图样 13,15 和 22 的几何形状留下完全的自由。因此,特别地,图样 15 例如可以具有更多线圈。

[0063] 优选地,对于图 10 和 11 的第一变型,在底层 7 中形成的图样 13 与顶层 5 和附加层 11 中形成的图样 9 和 17 的形状相似并且与图样 9 和 17 实质上铅直。这意味着分别形成图样 13,9 和 17 的内径的空腔 12,10 和 18 互相连通并大致地一个在另一个之上。在图 10 和 11 中所示的第一变体中,图样 17,9 和 13 分别形成游丝 21 的内桩 27 的上部、中部和下部。

[0064] 优选地,对于图 12 的第二变体,在底层 7 中形成的图样 13 与顶层 5 中形成的图样 17 的形状相似并且与图样 17 大致铅直。这意味着分别形成图样 13 和 17 的内径的空腔 12

和 18 大致地一个在另一个之上而不相邻接。在图 12 中所示的第二变体中,图样 17 和 13 分别形成双重串联游丝 21' 的第一内桩 27' 和第二内桩 27"。

[0065] 优选地,在底层 7 中形成的图样 22 与顶层 5 中形成的图样 6 的形状相似并且与图样 6 大致铅直。在图 10 和 11 中所示的第一变体中,图样 22,6 和 24 分别形成游丝 21 的上升装置 2 的上升构件 4 的下部、中部和上部。在图 12 中所示的第二变体中,图样 22,6 和 24 分别形成游丝 21' 的上升装置 2' 的上升构件 4' 的下部、中部和上部。当然,材料 16 制成的桥接件的图样可以在步骤 105 中延伸入底层 7 中。

[0066] 而且,优选地对于图 10 和 11 的第一变体,图样 15 用于满足菲利浦游丝的标准。由此,有利地,由于图样 22 和 15 同时被蚀刻,它们因此在底层 7 中形成单片部分。在图 10 和 11 中所示的第一变体中,图样 22 和 15 分别形成上升构件 4 的下部和游丝 21 的上升装置 2 的末端曲线 23。

[0067] 最后,优选地对于图 12 的第二变体,图样 15 以与步骤 103 中形成的图样 19 相似的方式形成。由此,有利地,由于图样 13,22 和 15 同时被蚀刻,它们因此在底层 7 中形成单片部分。在图 12 中所示的第二变体中,图样 22,15 和 13 分别形成上升构件 4' 的下部和上升装置 2' 的第二摆轮游丝 23' 以及串联的双摆轮游丝 21' 的第二内桩 27"。有利地,根据方法 1,在底层 7 中的蚀刻允许关于图样 15 的几何形状的完全的自由。由此,图样 15 例如可以具有更多线圈或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,这在 EP 专利 1612627 中作出了说明,该专利通过引用并入本文。

[0068] 在上述的最后步骤 106 之后,第一实施例 A 因此产生具有上升的末端曲线的单片游丝 21 或 21',其完全由硅基材料形成,如图 10 和 11 或 12 中所示。由此清楚的是,不再有任何关于形成部件的问题,因为这些部件在游丝 21 或 21' 的制造过程中直接形成在固定元件上。

[0069] 在图 10 和 11 中所示的第一变体中,游丝 21 包括同轴连接于内桩 27 的摆轮游丝 25,其外部线圈具有上升装置 2,上升装置主要包括在三个层 11,5,7 中蚀刻的用作上升构件 4 的矩形板和末端曲线 23。如图 10 和 11 中所示,由此获得的具有上升的末端曲线的游丝 21 具有贝利坚结构。有利地,根据本发明,需要注意的是,内桩 27 也在三个层 11,5,7 中蚀刻,其改善了游丝 21 的定向。而且,摆轮游丝 25 的内部线圈 26 具有格罗斯曼曲线以改善其同心扩展。

[0070] 进一步,在方法 1 的步骤 103 和 105 中实施的蚀刻给关于末端曲线 23、摆轮游丝 25、上升构件 4 和内桩 27 的几何形状留下完全的自由。因此,特别地,在摆轮游丝 25、上升构件 4 和末端曲线 23 之间的接合可以有不同的几何形状。

[0071] 依照同样的理由,内桩 27 至少在底部、中部和 / 或顶部 13,9 和 17 中的一个之上可以具有一致特殊的或不同的尺寸和 / 或几何形状。实际上,根据将在上面安装内桩 27 的心轴,内径可以在内桩 27 的全部或部分高度上具有互补的形状。而且,内径和 / 或外径不必为环形,而是可以是例如椭圆形和 / 或多边形。

[0072] 还应注意的,深反应离子蚀刻的非常高的结构精度减小了摆轮游丝 25 的起始半径,即,内桩 27 的外径,这意味着内桩 27 的内径和外径可被小型化。由此清楚的是,游丝 21 能够通过空腔 18,10 和 12 有利地接收直径比当前通常制造的直径更小的心轴。

[0073] 优选地,所述心轴可以固定于内桩 27 之一的内径 18 和 / 或 10 和 / 或 12。内桩的减

轻可以例如通过在硅基材料形成的内桩 27 中蚀刻的弹性构件而实现。心轴可以利用在硅内桩 27' 或 27'' 中蚀刻的弹性构件而被紧固。这种弹性构件例如可以采用 EP 专利 1655642 的图 10A 至 10E 中公开的形式或者采用 EP 专利 1584994 的图 1, 3 和 5 中公开的形式, 所述专利通过引用并入本文。

[0074] 在图 12 中所示的第二变体中, 游丝 21' 具有同轴连接于内桩 27' 的第一摆轮游丝 25' 并且摆轮游丝的外部线圈包括上升装置 2', 上升装置主要包括在三个层 11, 5, 7 中蚀刻的用作上升构件 4' 的矩形板、第二摆轮游丝 23' 和第二内桩 27''。如图 12 中所示, 由此获得的游丝 21' 具有双重串联游丝结构。

[0075] 进一步, 在方法 1 的步骤 103 和 105 中实施的蚀刻给关于摆轮游丝 25' 和 23'、上升构件 4' 和内桩 27' 和 27'' 的几何形状留下完全的自由。因此, 特别地, 在摆轮游丝 25', 23' 和上升构件 4' 之间的接合可以有不同的几何形状。也可能如前述变体中一样地想到, 每个摆轮游丝 25' 和 23' 的内部线圈可以具有格罗斯曼曲线以改善每个线圈的同心扩展。

[0076] 依照同样的理由, 内桩 27' 和 27'' 也可以具有特殊的或不同的尺寸和 / 或几何形状。实际上, 根据将被安装内桩 27', 27'' 的心轴, 所述内桩的内径因而可以具有互补的形状。而且, 每个内桩 27', 27'' 的内径和 / 或外径不必为环形, 而是可以是例如椭圆形和 / 或多边形。

[0077] 还应注意的是, 深反应离子蚀刻的非常高的结构精度减小了每个摆轮游丝 25' 和 23' 的起始半径, 即, 内桩 27' 和 27'' 的外径, 这意味着内桩 27' 和 27'' 的内径和外径可被小型化。由此清楚的是, 游丝 21' 能够通过空腔 18 或 12 有利地接收直径比当前通常制造的直径更小的心轴。

[0078] 优选地, 所述心轴可以固定于内桩 27', 27'' 之一的内径 18 和 / 或 12。另一个内桩然后可以被安装于簧载摆轮杆或摆轮上。心轴可以利用在硅内桩 27' 或 27'' 中蚀刻的弹性构件而被紧固。这种弹性构件例如可以采用 EP 专利 1655642 的图 10A 至 10E 中公开的形式或者采用 EP 专利 1584994 的图 1, 3 和 5 中公开的形式, 所述专利通过引用并入本文。

[0079] 根据第二实施例 B, 在步骤 103 或 104 之后, 方法 1 包括第六步骤 107, 在图 6 中示出, 该步骤在于执行了 LIGA 过程 (来自德语 “röntgenLithographie, Galvanoformung & Abformung”)。该过程包括在基底 3 的底层 7 上利用光结构树脂以特殊形状电镀金属的一系列步骤。由于该 LIGA 过程众所周知, 因此这里不再更详细地描述。优选地, 沉积的金属可以是例如金或镍或这些金属的合金。

[0080] 在图 6 中所示的例子中, 步骤 107 可以在于沉积圆柱体 29。在图 6 中所示的例子中, 圆柱体 29 用于接收有利地在其中驱动的心轴。实际上, 硅的一个缺点是它具有非常少的弹性和塑性区域, 使得它非常易碎。本发明由此提出不将心轴 (例如摆轴) 紧靠着内桩 27, 27' 或 27'' 的硅紧固, 而是紧固在步骤 107 中电镀的金属圆柱体 29 的内径 28 上。

[0081] 有利地, 根据方法 1, 由电镀得到的圆柱体 29 允许关于其几何形状的完全的自由。由此, 特别地, 内径 28 不必是环形的, 而是例如多边形, 其可以改善具有相配形状的心轴的旋转中的应力传递。

[0082] 在第七步骤 108 中, 与图 5 中示出的步骤 105 相似, 例如通过 DRIE 方法, 在硅基材料的底层 7 中选择性地蚀刻空腔。这些空腔允许图样类似于根据两个变体之一的第一实施例 A 的图样 13, 15 和 22 而形成。

[0083] 在上述的最后步骤 106 之后,第二实施例 B 由此产生单片的具有上升的末端曲线的游丝,该游丝由硅基材料形成,具有与实施例 A 相同的优点,具有增加的金属部件 29。由此清楚的是,不再有任何关于形成部件的问题,因为这些部件在游丝 21 或 21' 的制造过程中直接形成在固定元件上。最后,有利地,心轴可以紧靠着金属部件 29 的内径 28 而被驱动。因此可以优选地想到,根据所述变体的空腔 12 和 / 或 10 和 / 或 18 包括比金属部件 29 的内径 28 的尺寸更大的截面,以便阻止心轴与内桩 27, 27' 或 27'' 以推入配合的方式接触。

[0084] 根据第三实施例 C,在步骤 103 或 104 之后,方法 1 包括图 7 中示出的第六步骤 109,该步骤在于例如通过 DRIE 过程在硅基材料的底层 7 中选择性地蚀刻空腔 30 至有限深度。空腔 30 形成用作金属部件的容器的凹口。在如图 7 中所示的例子中,获得的空腔 30 可以是圆盘的形式。然而,有利地,根据方法 1,底层 7 的蚀刻允许关于空腔 30 的几何形状的完全的自由。

[0085] 在第七步骤 110 中,如图 7 中所示,方法 1 包括依照特定的金属形状执行电流增长或 LIGA 过程以用于填充空腔 30。优选地,沉积的金属可以是例如金或镍或这些金属的合金。

[0086] 在图 8 中所示的例子中,步骤 110 可以在于在空腔 30 中沉积圆柱体 31。圆柱体 31 用于接收有利地在其中驱动的心轴。实际上,如上所述,本发明的一个有利特征在于不将心轴(例如摆轴)紧靠着内桩 27, 27' 或 27'' 的硅基材料紧固,而是紧固在步骤 110 中电镀的金属圆柱体 31 的内径 32 上。

[0087] 有利地,根据方法 1,由电镀得到的圆柱体 31 允许关于其几何形状的完全的自由。由此,特别地,内径 32 不必是环形的,而是例如多边形,其可以改善具有相配形状的心轴的旋转中的应力传递。

[0088] 优选地,方法 1 包括第八步骤 111,其在于抛光在步骤 110 中形成的金属沉积 31,以便使得所述沉积平坦。

[0089] 在第九步骤 112 中,与图 5 中示出的步骤 105 类似,在硅基材料的底层 7 中例如通过 DRIE 过程选择性地蚀刻空腔。这些空腔形成的图样类似于根据两个变体之一的第一实施例 A 的图样 13, 15 和 22。

[0090] 在上述的最后步骤 106 之后,第三实施例 C 产生单片的由硅基材料形成的具有与实施例 A 相同优点的游丝,其具有增加的金属部件 31。由此清楚的是,不再有任何的制造问题,因为所述部件在游丝 21 或 21' 的制造过程中直接形成在固定元件上。最后,有利地,心轴可以紧靠着金属部件的内径 32 而被驱动。因此可以优选地想到,根据所述变体的空腔 12 和 / 或 10 和 / 或 18 具有比金属部件 31 的内径 32 的尺寸更大的截面,以便阻止心轴与内桩 27, 27', 27'' 以推入配合的方式接触。

[0091] 根据三个实施例 A, B 和 C,应当理解的是,最终的游丝 21 或 21' 由此在构造之前,即在蚀刻和 / 或通过电镀改变之前被装配。这有利地使当前的制造方法产生的偏差最小化,因而提高了其所依赖的调节部件的精度。

[0092] 有利地,根据本发明,同样清楚的是,多个具有上升的末端曲线的游丝 21 或 21' 能够在相同的基底 3 上形成,这允许批量生产。

[0093] 而且,能够同样地或单独地由附加层 11 和 / 或顶层 5 形成与金属沉积 29 和 / 或 31 相同类型的驱动嵌入物。

[0094] 方法 1 可以在步骤 105, 108 或 112 之后包括与步骤 104 相同类型的步骤, 其在于氧化图样 15, 即游丝 21 或 21' 的末端曲线 23 或摆轮游丝 23', 以便使它更具机械抗性并调节它的热弹性系数。步骤 111 之类的抛光步骤也可以在步骤 107 和步骤 108 之间执行。

[0095] 有利地, 根据本发明, 无论采用哪个实施例 A, B 或 C, 方法 1 都允许步骤 103 与步骤 105, 108 或 112 相颠倒, 步骤 103 在于在附加层 11 中蚀刻摆轮游丝 25, 25' 和内桩 27, 27', 步骤 105, 108 或 112 在于在底层 7 中蚀刻末端曲线 23 或摆轮游丝 23' 和内桩 27'。这意味着末端曲线 23 或摆轮游丝 23' 和内桩 27' 可以首先在附加层 11 上被蚀刻, 然后摆轮游丝 25, 25' 和内桩 27, 27' 可以在底层 7 中被蚀刻。在这种情况下, 末端曲线 23 可以例如在摆轮游丝 25 被氧化之前在步骤 104 中被氧化。

[0096] 导电层也可以沉积在游丝 21 或 21' 的至少一部分之上以防止等时性问题。该层可以是 EP 专利 1837722 中公开的类型, 该专利通过引用并入本文。

[0097] 内桩 27 的高度可以比图 10 和 11 中所示的第一变体的高度更加有限, 即, 例如该高度可以限定于层 5 和 11。上升构件 4 也可以采用不同于弯曲的矩形板的形式。

[0098] 最后, 至少可以提供由材料制成的第二桥接件, 以便在制造过程中将游丝 21 保持于基底 3, 这可以在图样 19 的外部曲线和未蚀刻层 11 的剩余部分之间执行。

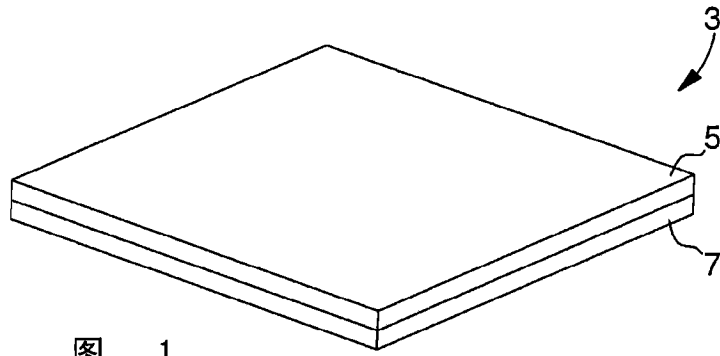


图 1

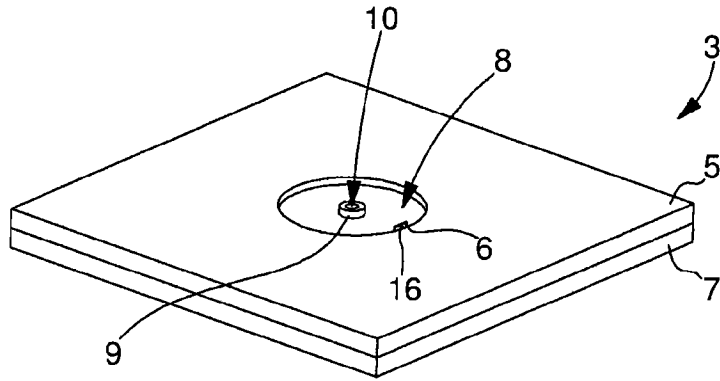


图 2

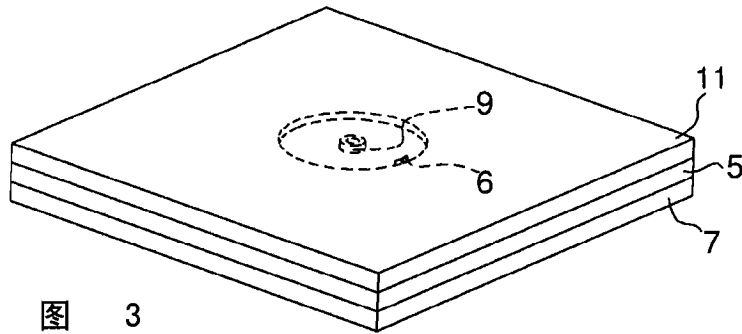


图 3

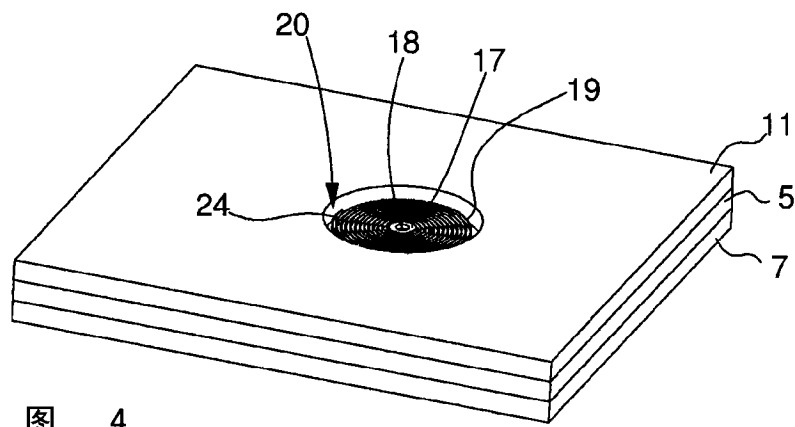


图 4

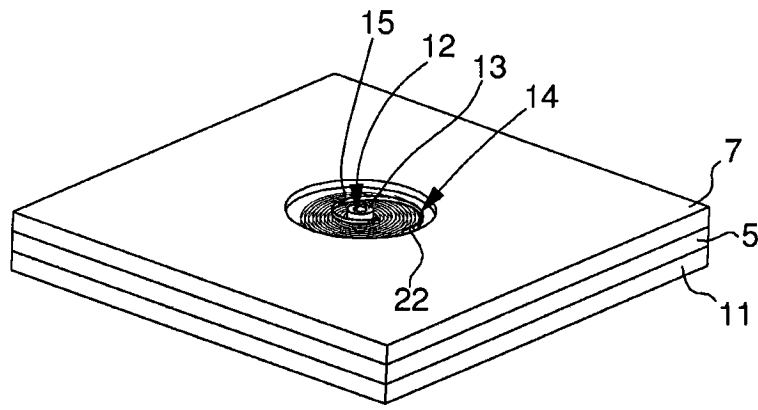


图 5

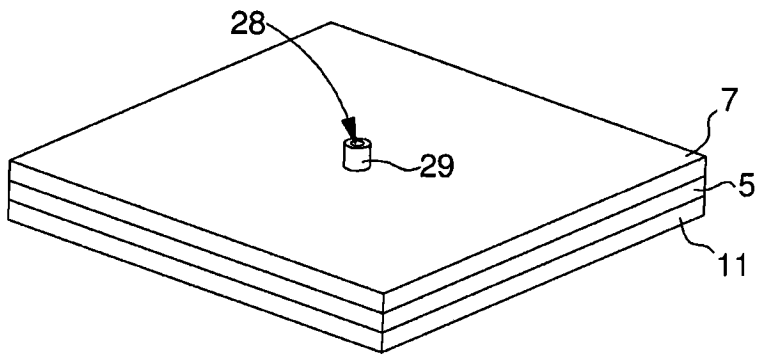


图 6

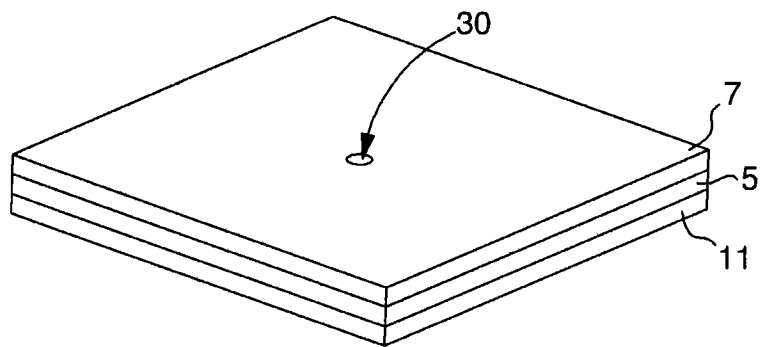


图 7

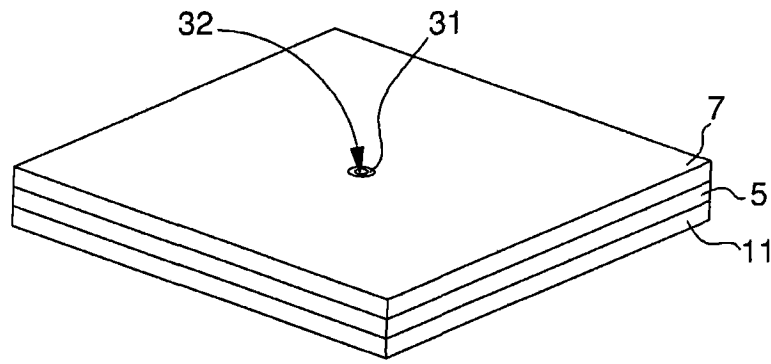


图 8

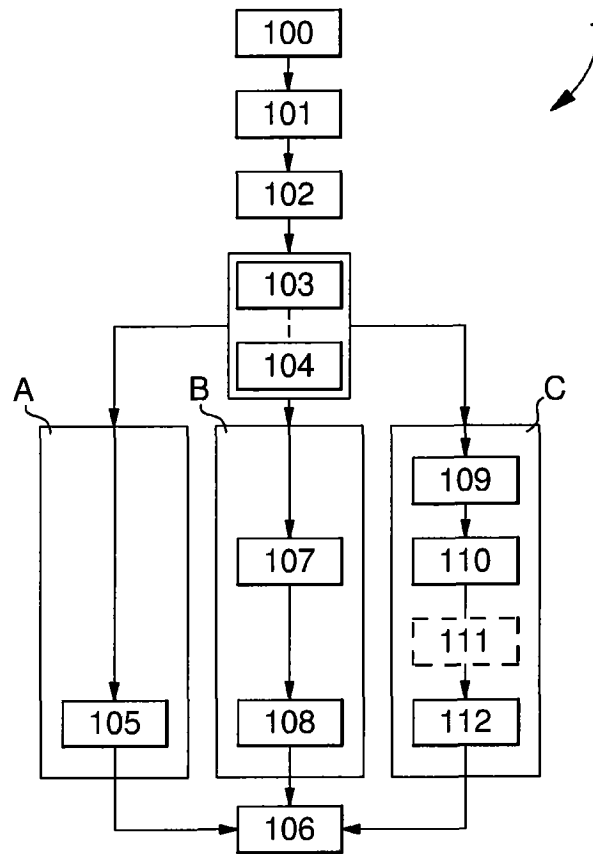


图 9

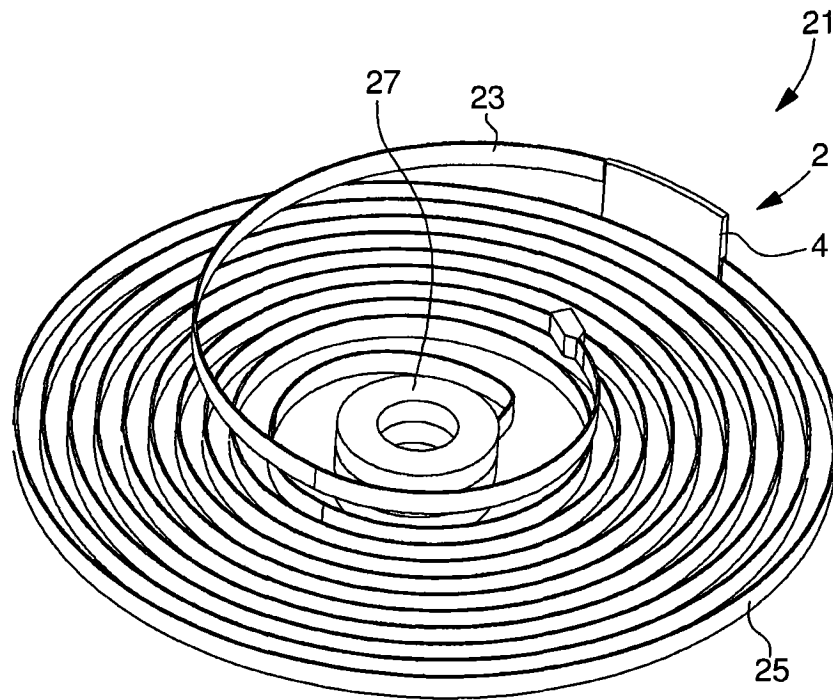


图 10

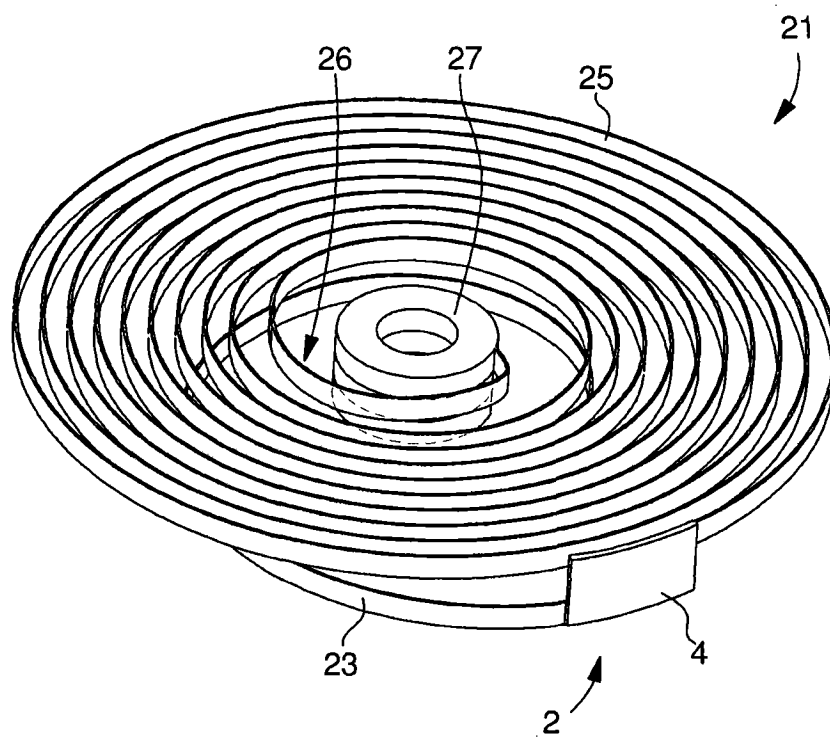


图 11

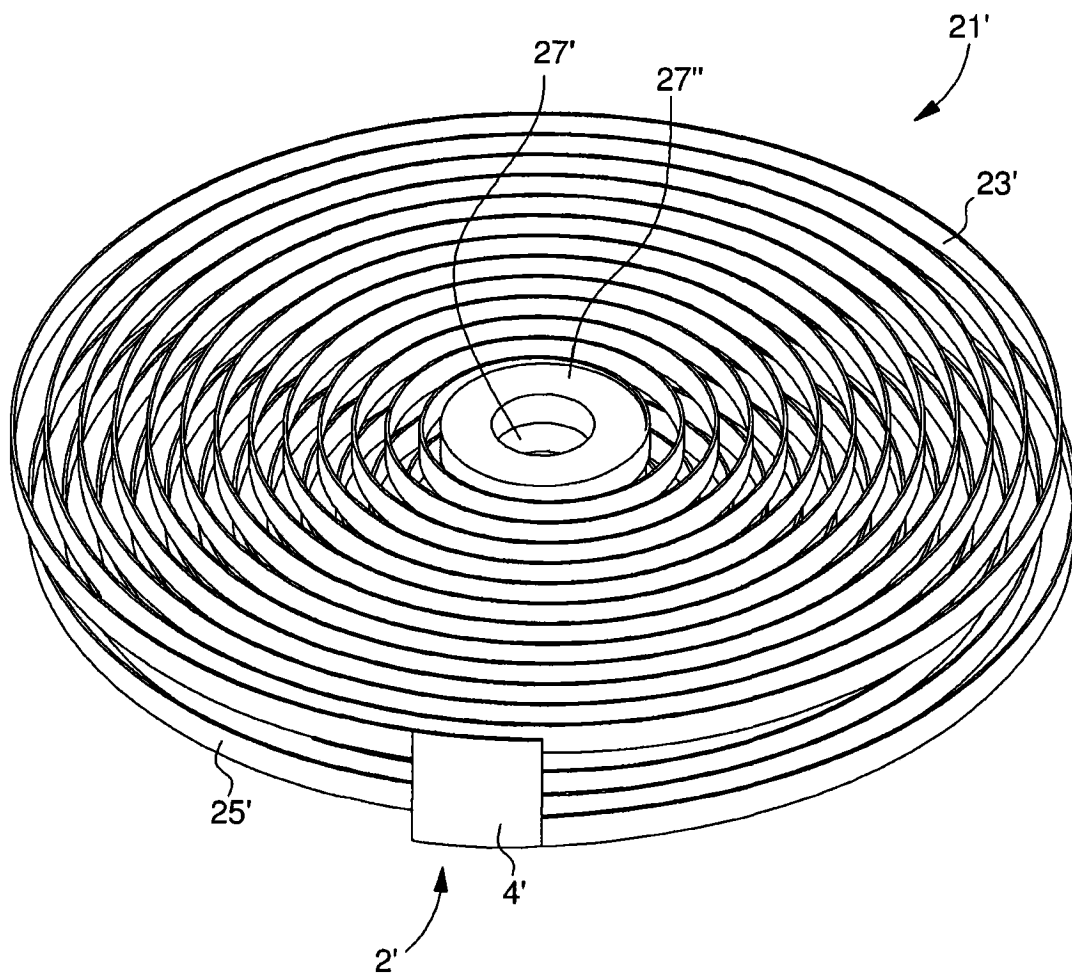


图 12