

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 15/04

H02K 15/08



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03111310.9

[43] 公开日 2004 年 9 月 29 日

[11] 公开号 CN 1533017A

[22] 申请日 2003.3.26 [21] 申请号 03111310.9
 [71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
 地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 发明人 梁静秋

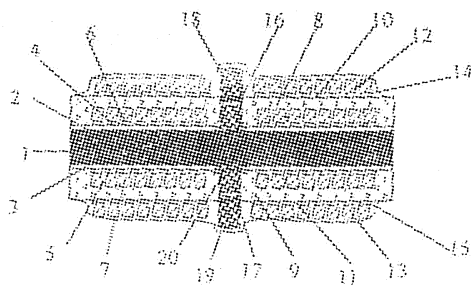
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公
 司
 代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 双层双面平面微线圈制作

[57] 摘要

本发明属于微机械构件，涉及双层双面平面微线圈的制作步骤如下：硅片双面抛光，双面氧化，双面光刻、腐蚀形成通孔；双面生长电铸阴极，厚胶双面光刻、电铸，形成上、下一层微线圈及通孔引线，去胶；进行第二次厚胶双面光刻后电铸磁芯；去胶，刻蚀掉电铸阴极；双面光刻形成绝缘层，双面溅射电铸阴极；进行第三次厚胶双面光刻、电铸形成上、下二层微线圈，去胶；进行第四次厚胶双面光刻、电铸形成上、下附加磁芯；去胶及电铸阴极；制作双面保护层。本发明提供了一种平面微线圈的电磁力大、减少了体积的双层双面平面微线圈制作方法。采用本发明制造的平面电磁微电机可应用于工业、航天、军事、医学及科学研究等领域。



ISSN 1008-4274

- 1、双层双面平面微线圈制作，其特征在于：其制作步骤如下：
 - a、首先将硅片双面抛光；
 - b、在硅片的上、下表面各生长一层薄膜；
 - c、用普通光刻胶双面光刻、腐蚀上述的薄膜形成腐蚀窗口；
 - d、对上述腐蚀窗口处的硅进行腐蚀形成通孔；
 - e、对步骤 d 双面生长金属薄膜作为上、下一层电铸阴极；
 - f、对步骤 e 进行第一次厚胶双面光刻，显影后形成上、下一层微线圈胶模；
 - g、对步骤 f 精密脉冲电铸，形成上、下一层微线圈及通孔引线；
 - h、去除步骤 g 光刻胶；
 - i、对步骤 h 进行第二次厚胶双面光刻，光刻胶遮盖微线圈而使通孔引线暴露出来；
 - j、在步骤 i 通孔引线的内壁电铸形成坡莫合金磁芯结构；
 - k、去除步骤 j 双面的光刻胶，并刻蚀掉步骤 e 生长的上、下一层电铸阴极；
 - l、在步骤 k 的上、下表面光刻形成上、下绝缘层；
 - m、在步骤 l 的上、下表面再次溅射金属薄膜作为上、下二层电铸阴极；
 - n、在步骤 m 的上、下表面进行第三次厚胶双面光刻，显影后形成上、下二层微线圈胶模，然后电铸形成上、下二层微线圈，去除光刻胶；
 - o、在步骤 n 的上、下表面进行第四次厚胶双面光刻，显影后电铸形成坡莫合金上、下附加磁芯；
 - p、去除步骤 o 的光刻胶及上、下二层电铸阴极；
 - q、在步骤 p 的上、下表面制作上、下保护层。

双层双面平面微线圈制作

技术领域：本发明属于微机械构件，涉及一种对微型平面线圈及制作方法的改进。

背景技术：军事上的武器装备急需小型化与微型化，目前研制的微型化驱动器均将微机械平面线圈制作于衬底的上表面，为单面微线圈。当需要制作两层或多层微线圈时，则在第一层微线圈上表面制作绝缘层，然后再制作另一层微线圈（章吉良，杨春生等， $\Phi 2\text{mm}$ 微马达驱动旋转式微泵，微细加工技术，2000年，第一期，55—60）。其结构如图1所示。它包括：衬底 1-1，电铸阴极 1-2，第一层微线圈 1-3，绝缘层 1-4、1-6，第二层微线圈 1-5，三氧化二铝耐磨层 1-7。电铸阴极位于衬底的上表面并与之接触，第一层微线圈位于电铸阴极上表面并与之接触，绝缘层位于第一层微线圈之间及上表面并与之接触，第二层微线圈位于绝缘层的上表面并与之接触，绝缘层位于第二层微线圈之间及上表面并与之接触，三氧化二铝耐磨层位于绝缘层上表面并与之接触。其工艺步骤如图2所示：

首先在铁氧体衬底表面淀积一层金属薄膜作为电铸阴极（如图 2-1）；涂胶、曝光、显影后形成电铸掩模（如图 2-2）；电铸铜后去除光刻胶，刻蚀电铸阴极形成第一层微线圈（如图 2-3）；涂光刻胶并高温处理形成绝缘层（如图 2-4）；重复工艺 2-1—2-2 形成第二层微线圈（如图 2-5）；最后用三氧化二铝作为耐磨层和润滑层（如图 2-6）。

发明内容：为了解决已有技术采用单面微线圈的结构，当应用于平

面微电机时易出现的单边拉力，使微线圈在相同体积的情况下电磁力矩小的问题，本发明的目的是将要提供一种电磁力矩大、体积小的双层双面平面微线圈制作方法。

本发明的制作方法步骤如下：

- a、首先将硅片双面抛光；
- b、在硅片的上、下表面各生长一层薄膜；
- c、用普通光刻胶双面光刻、腐蚀上述的薄膜形成腐蚀窗口；
- d、对上述腐蚀窗口处的硅进行腐蚀形成通孔，如图 5-1 所示；
- e、对步骤 d 双面生长金属薄膜作为上、下一层电铸阴极，如图 5-2 所示；
- f、对步骤 e 进行第一次厚胶双面光刻，显影后形成上、下一层微线圈胶模，如图 5-3 所示；
- g、对步骤 f 精密脉冲电铸，形成上、下一层微线圈及通孔引线，如图 5-4 所示；
- h、去除步骤 g 光刻胶，如图 5-5 所示；
- i、对步骤 h 进行第二次厚胶双面光刻，光刻胶遮盖微线圈而使通孔引线暴露出来，如图 5-6 所示；
- j、在步骤 i 通孔引线的内壁电铸形成坡莫合金磁芯结构，如图 5-7 所示；
- k、去除步骤 j 双面的光刻胶，并刻蚀掉步骤 e 生长的上、下一层电铸阴极，如图 5-8 所示；
- l、在步骤 k 的上、下表面光刻形成上、下绝缘层，如图 5-9 所示；
- m、在步骤 l 的上、下表面再次溅射金属薄膜作为上、下二层电铸阴

极，如图 5-10 所示；

n、在步骤 m 的上、下表面进行第三次厚胶双面光刻，显影后形成上、下二层微线圈胶模，然后电铸形成上、下二层微线圈，去除光刻胶，如图 5-11 所示；

o、在步骤 n 的上、下表面进行第四次厚胶双面光刻，显影后电铸形成坡莫合金上、下附加磁芯，如图 5-12 所示；

p、去除步骤 o 的光刻胶及上、下二层电铸阴极，如图 5-13；

q、在步骤 p 的上、下表面制作上、下保护层，如图 5-14。

本发明采用双层双面平面微线圈，解决了已有技术采用单面微线圈的结构，使平面微电机易出现的单边拉力，使微线圈在相同体积的情况下电磁力矩小的问题。采用硅材料作衬底使微线圈便于与电路及其它微器件集成。同时因结构设计中充分利用坡莫合金的电、磁特性，使坡莫合金即充当通孔导线又同时作为磁芯可降低磁阻，为此本发明提供了一种平面微线圈的电磁力大、减少了体积的双层双面平面微线圈制作方法。采用本发明制造的平面电磁微电机可应用于工业、航天、军事、医学及科学研究等领域。

附图说明：

图 1 已有技术微线圈结构图

图 2 已有技术微线圈结构及工艺流程

图 3 本发明的第一、二层微线圈结构示意图

图 4 本发明的结构图

图 5 本发明双面微线圈的工艺步骤流程图

具体实施方式：本发明的图 3 中：图 3-1 为第一层微线圈，图 3-2 为

第二层微线圈结构示意图。实施例如图 5 所示：

- a 步骤中硅片材料选用厚度为 $380\ \mu\text{m}$ 的 P 型 (100)。
- b 步骤中上、下绝缘层材料选用二氧化硅薄膜，用氢氧合成方法生长，厚度约 $1\ \mu\text{m}$ 。
- c 步骤中光刻胶可选用 BP212 型正性光刻胶，或 AZ1500 系列光刻胶，腐蚀方式为湿法腐蚀。
- d 步骤中硅腐蚀可采用 40%KOH 溶液进行各向异性湿法腐蚀，或用 ICP 设备进行干法刻蚀。
- e 步骤中金属薄膜可选用铜 / 铬，用溅射方法生长，膜厚度为 100—500nm 。
- f 步骤中光刻胶选用 AZP4903、AZP4620 等，表面胶厚为 $20\ \mu\text{m}$ — $40\ \mu\text{m}$ 。
- g 步骤中上、下一层微线圈的材料为铜。
- h 步骤中将样品在丙酮或去胶剂中浸泡以去除光刻胶。
- i 步骤中此次表面光刻胶厚度为 20 — $40\ \mu\text{m}$ ，光刻胶型号与步骤 f 相同。
- j 步骤中电铸材料为坡莫合金。
- K 步骤中用丙酮或专用去胶剂去胶，用湿法或干法刻蚀去除电铸阴极。
- l 步骤中光刻材料用光敏聚酰亚胺，光刻后将磁芯暴露而将一层微线圈掩蔽并绝缘。
- m 步骤中溅射的金属与步骤 e 相同。
- n 步骤所用的材料与条件与步骤 I、j 相同。

o 步骤工艺条件及材料与步骤 j 相同。

p 步骤工艺条件与步骤 k 相同。

q 步骤上、下保护层材料选用聚酰亚胺，在 80、150、180、220、250 及 300 摄氏度下各一小时进行固化，然后缓慢降温以减小应力。

利用本发明方法制作的微线圈结构如图 4 所示包括：硅片 1、上绝缘层 2、下绝缘层 3、上一层电铸阴极 4、下一层电铸阴极 5、上一层微线圈 6、下一层微线圈 7、上一层微线圈绝缘层 8、下一层微线圈绝缘层 9、上二层电铸阴极 10、16、下二层电铸阴极 11、17、上二层微线圈 12、下二层微线圈 13、上保护层 14、下保护层 15、上附加磁芯 18、下附加磁芯 19、磁芯 20；上、下绝缘层 2、3 分别位于衬底 1 的上下表面并与之接触，上、下一层电铸阴极 4、5 分别位于上、下绝缘层 2、3 表面并与之接触，上、下一层微线圈 6、7 分别位于上、下一层电铸阴极 4、5 表面并与之接触，上、下一层微线圈绝缘层 8、9 分别位于上、下一层微线圈 6、7 表面并与之接触，上、下二层电铸阴极 10、11 分别位于上、下一层微线圈绝缘层 8、9 表面并与之接触，上二层电铸阴极 16、下二层电铸阴极 17 分别位于磁芯 20 表面并与之接触，磁芯 20 穿过衬底 1 并与之接触，上、下附加磁芯 18、19 分别位于上、下二层电铸阴极 16、17 表面并与之接触，上、下二层微线圈 12、13 分别位于上、下二层电铸阴极 10、11 表面并与之接触，上、下保护层 14、15 分别覆盖于上、下二层微线圈 12、13 及上、下附加磁芯 18、19 表面并与之接触。

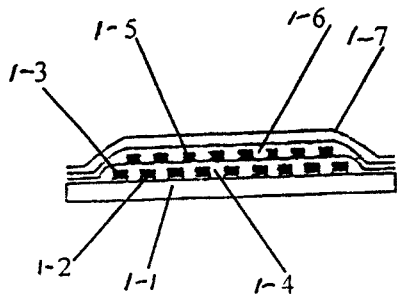


图 1

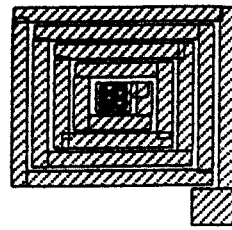


图 3-1

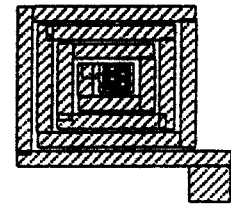


图 3-2

图 3

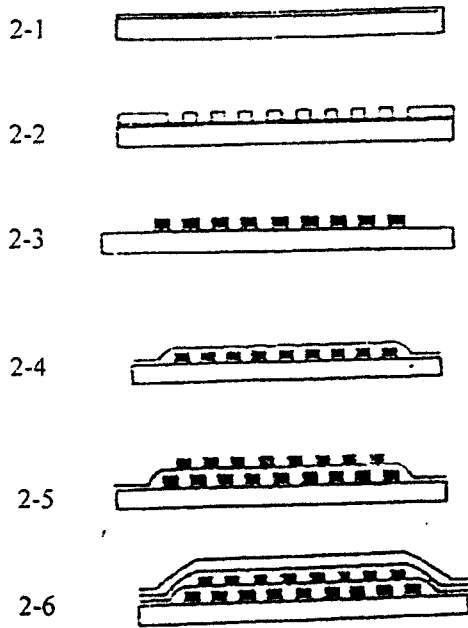


图 2

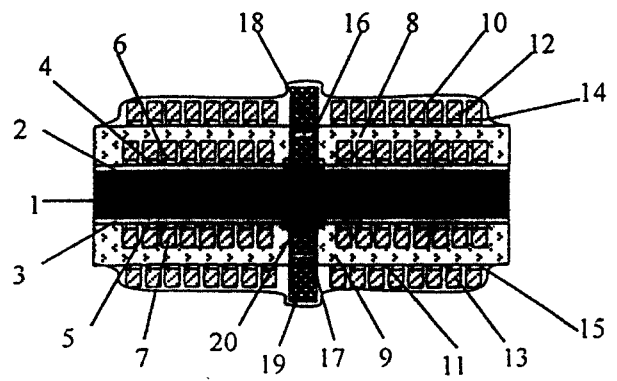


图 4

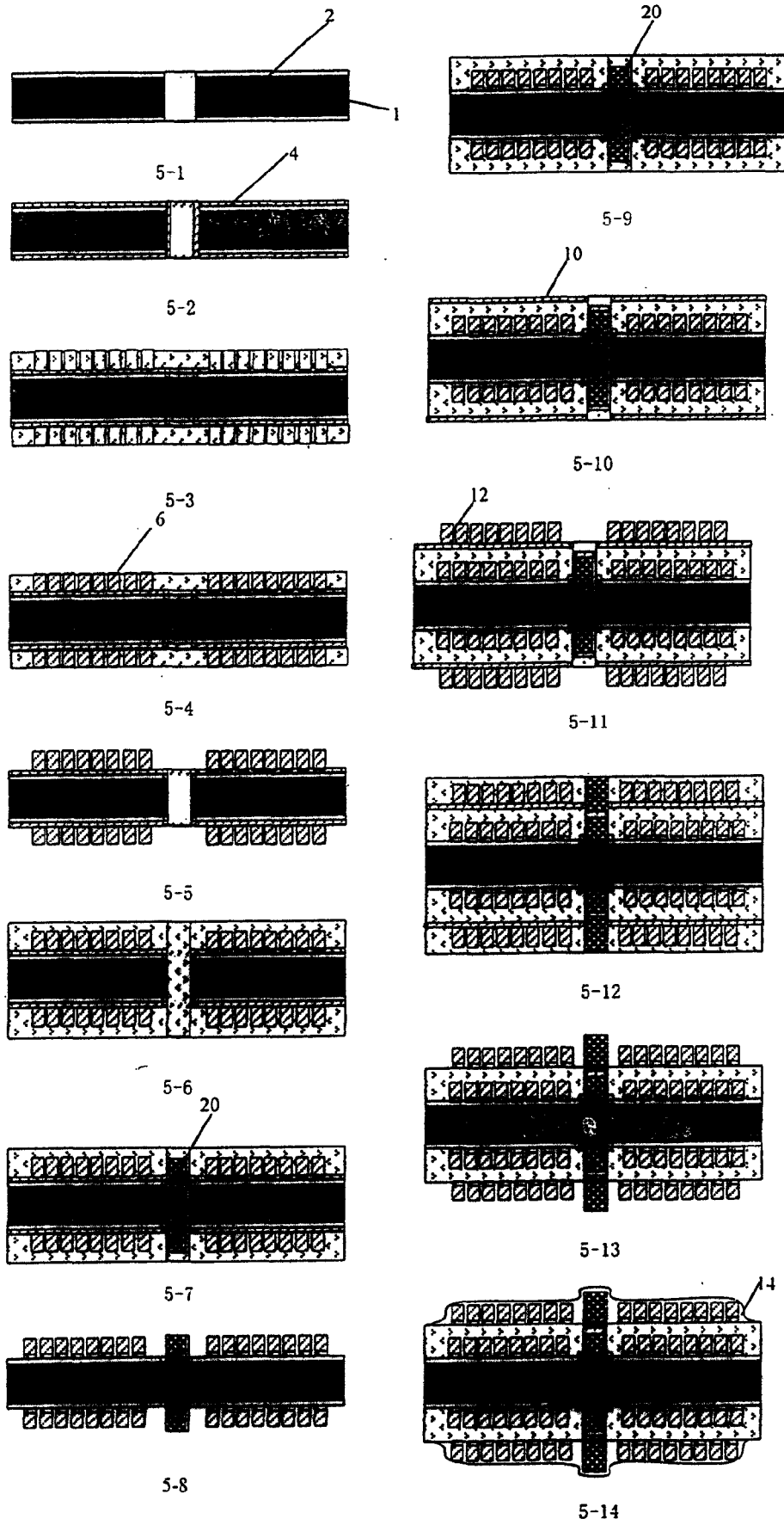


图 5