



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105002470 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201510409240. 1

(22) 申请日 2015. 07. 13

(71) 申请人 中国建筑材料科学研究总院
地址 100024 北京市朝阳区管庄东里 1 号

(72) 发明人 王慧 杜秀蓉 宋学富 孙元成
张晓强 王佳佳

(74) 专利代理机构 北京鼎佳达知识产权代理事
务所(普通合伙) 11348
代理人 王伟锋 刘铁生

(51) Int. Cl.

G23C 14/35(2006. 01)

G23C 14/04(2006. 01)

G23C 14/14(2006. 01)

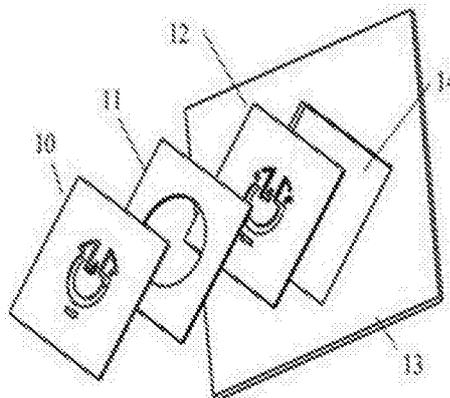
权利要求书2页 说明书19页 附图3页

(54) 发明名称

一种镀膜方法及掩模夹具

(57) 摘要

本发明提供了一种镀膜方法及掩模夹具,涉及镀膜领域,可对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次镀膜,本发明镀膜方法采用磁控溅射对目标物体镀膜,目标物体包括第一表面和第二表面及连通第一表面和第二表面的镂空部,位于目标物体两表面的镀膜部位为表面镀膜区,位于镂空部侧壁面的镀膜部位为侧面镀膜区,所述镀膜方法包括以下步骤:将所述目标物体装入掩模夹具,掩模夹具具有与目标物体镀膜部位对应的镂空区,与侧面镀膜区对应的掩模夹具的镂空区的尺寸大于侧面镀膜区的设计尺寸;将固定有目标物体的掩模夹具固定于样品架上,镀膜过程中样品架沿其旋转轴翻转,样品架的旋转轴与侧面镀膜区所在平面或所有切面的夹角均小于 90° 。



1. 一种镀膜方法,采用磁控溅射对目标物体进行镀膜,其特征在于,目标物体包括相对的第一表面和第二表面,目标物体具有镂空部,目标物体的镂空部连通第一表面和第二表面,位于目标物体的第一表面和第二表面上的镀膜部位为表面镀膜区,位于目标物体的镂空部的侧壁面上的镀膜部位为侧面镀膜区,所述镀膜方法包括以下步骤:

将所述目标物体装入掩模夹具中,所述掩模夹具上具有与目标物体的镀膜部位一一对应的镂空区,其中与所述表面镀膜区对应的掩模夹具上的镂空区为表面镂空区,与所述侧面镀膜区对应的掩模夹具上的镂空区为侧面镂空区,所述侧面镂空区的尺寸大于所述侧面镀膜区的设计尺寸;

将固定有目标物体的掩模夹具固定于样品架上,样品架置于镀膜机内进行镀膜,镀膜过程中样品架沿其旋转轴翻转;其中

当侧面镀膜区为平面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区所在平面的夹角小于 90° ;

当侧面镀膜区为曲面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区的所有切面的夹角均小于 90° 。

2. 根据权利要求1所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述目标物体为石英摆片,所述石英摆片包括外环、挠性梁和质量摆,所述石英摆片的镂空部包括所述质量摆与外环之间的C形槽和所述质量摆、外环和挠性梁之间并排的三窗口,所述三窗口包括窗口三和位于窗口三两侧的窗口一和窗口二,其中窗口一和窗口二分别位于C形槽的两端,并分别与C形槽连通;所述石英摆片的侧面镀膜区有四个,侧面镀膜区一位于所述窗口一外环部的侧壁面,侧面镀膜区二位于所述窗口二外环部的侧壁面,侧面镀膜区三位于所述C形槽中部的侧壁面,侧面镀膜区四位于窗口三的质量摆部的侧壁面;所述样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区一、侧面镀膜区二和侧面镀膜区三的所有切面的夹角均小于 90° ,且与侧面镀膜区四的所在平面的夹角小于 90° 。

3. 根据权利要求1所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述掩模夹具包括上掩模片、下掩模片、压环和底座;所述底座内部有定位孔,所述定位孔用于放置并固定上掩模片、下掩模片和压环;所述定位孔的形状是正方形、长方形或三角形,所述上掩模片、下掩模片和压环的外轮廓均与所述定位孔的形状相适配;所述上掩模片和下掩模片上分别具有与所述表面镀膜区相对应的表面镂空区;所述上掩模片和下掩模片上分别具有与所述侧面镀膜区相对应的侧面镂空区。

4. 根据权利要求2所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述挠性梁和所述掩模夹具之间设有弹性部件,所述弹性部件填充因挠性梁与外环和质量摆之间的厚度差异而在挠性梁与掩模夹具之间形成的空隙。

5. 根据权利要求1所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述掩模夹具的侧面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的侧面镀膜区的设计尺寸沿所述侧面镀膜区的径向方向放大 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述掩模夹具的表面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的表面镀膜区的设计尺寸沿所述表面镀膜区的径向方向缩小 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种镀膜方法,其特征在于,所述样品架垂直设置,所述旋转

轴垂直且过样品架的中心,所述样品架绕旋转轴以 3-10r/min 的速率匀速自转。

8. 根据权利要求 1 所述的一种镀膜方法,其特征在于,当所述侧面镀膜区为平面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区所在平面的夹角为 20° - 70° ;

当所述侧面镀膜区为曲面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区的所有切面的夹角均在 20° - 70° 之间。

9. 根据权利要求 1 所述的一种镀膜方法,其特征在于,对目标物体镀制两层金属膜,第一层为 Cr 膜,第二层为 Au 膜。

10. 根据权利要求 1 所述的一种镀膜方法,其特征在于,磁控溅射过程中,溅射源沿所述样品架的旋转轴的轴向进行 $\pm 3^{\circ}$ - 8° 的连续摆动,每 30s-60s 改变一次摆动方向。

11. 掩模夹具,其特征在于,所述掩模夹具包括上掩模片、下掩模片、压环和底座,所述底座内设有定位孔;所述压环位于所述上掩模片和下掩模片之间,所述上掩模片、下掩模片和压环形成掩模,所述掩模的外轮廓和所述定位孔相适配,所述掩模具有模腔,所述掩模对置于所述模腔内的目标物体夹持并固定;所述目标物体包括相对的第一表面和第二表面,所述目标物体具有镂空部,所述目标物体的所述镂空部连通第一表面和第二表面,位于目标物体的第一表面和第二表面上的镀膜部位为表面镀膜区,位于目标物体的镂空部的侧壁面上的镀膜部位为侧面镀膜区;所述掩模具有与目标物体的镀膜部位相对应的镂空区,所述掩模的所述镂空区包括与所述目标物体的所述表面镀膜区对应的表面镂空区和与所述目标物体的侧面镀膜区对应的侧面镂空区,所述掩模的所述侧面镂空区的尺寸大于所述目标物体的所述侧面镀膜区的设计尺寸。

12. 根据权利要求 11 所述掩模夹具,其特征在于,所述目标物体为石英摆片,所述石英摆片包括外环、挠性梁和质量摆,在所述上掩模片、下掩模片与所述挠性梁之间均设有弹性部件,所述弹性部件填充因挠性梁与外环和质量摆之间的厚度差异而在挠性梁与所述上掩模片和下掩模片之间形成的空隙。

13. 根据权利要求 11 所述掩模夹具,其特征在于,所述掩模的所述侧面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的所述侧面镀膜区的设计尺寸沿所述侧面镀膜区的径向方向放大 0.1mm-0.5mm。

14. 根据权利要求 11 所述的掩模夹具,其特征在于,所述掩模的所述表面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的所述表面镀膜区的设计尺寸沿所述表面镀膜区的径向方向缩小 0.1mm-0.5mm。

15. 根据权利要求 11 所述的掩模夹具,其特征在于,所述定位孔的形状为正方形、长方形或三角形。

一种镀膜方法及掩模夹具

技术领域

[0001] 本发明涉及镀膜领域,尤其涉及一种镀膜方法和镀膜方法中所用的掩模夹具。

背景技术

[0002] 镀膜技术被广泛应用于各领域,通过对物体表面镀制薄膜可改变物质表面的物理和化学性能。镀膜技术主要应用于光学、电子学、理化仪器、建筑机械、包装、表面科学以及科学研究等领域中;常见的镀膜方法主要有蒸发镀膜法、磁控溅射镀膜法、化学气相沉积法及离子镀膜法等。

[0003] 现有技术提供的一种石英特定结构金属化的加工方法,利用光刻与掩模相结合的方法,采用蒸发法分别进行 2 层 Cr-Au 薄膜平面镀制,采用光刻法镂刻所需形状,然后针对石英的特定结构通过不同角度进行多次定位镀膜,需对石英内壁两个 180° 相对方向的特定部位分别进行两次镀膜才可完成。利用此类方法共需进行 3 次镀膜才能完成所有电极的制作。

[0004] 现有技术提供的一种石英微机械陀螺表面镀膜的加工方法,利用掩模蒸镀的方法对基体结构的侧壁镀膜,其侧壁为零件外侧,较易镀制。

[0005] 现有技术提供的一种组合镀膜夹具,其对于大尺寸、要求多区域镀膜的零件设计了一种易于在光学零件表面不同区域镀制不同膜层以及复合不同形状膜层的夹具。利用此类夹具只能对光学零件两表面进行镀膜。

[0006] 由此可见,上述现有镀膜方法至少存在以下问题:

[0007] 现有技术提供的镀膜方法只能在目标物体的外轮廓部位进行镀膜,而当目标物体的镀膜部位附近有其他结构件阻挡时,例如当目标物体具有镂空部,且需在此镂空部的侧壁面进行镀膜时,因镂空部的侧壁面附近有其他面或部件阻挡而不能直接显露出来时,现有技术是无法既简单又成功的直接对镂空部的侧壁面镀膜,更无法实现对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次同时镀膜。例如对石英摆片镀膜,石英摆片具有复杂的立体结构,如具有镂空部,利用现有技术是无法对石英摆片的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次镀膜。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种镀膜方法,主要目的在于当目标物体的镀膜部位附近有其他结构件阻挡时,可对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次同时镀膜。

[0009] 为解决以上技术问题,本发明主要提供了如下技术方案:

[0010] 一方面,本发明提供了一种镀膜方法,采用磁控溅射对目标物体进行镀膜,目标物体包括相对的第一表面和第二表面,目标物体具有镂空部,目标物体的镂空部连通第一表面和第二表面,位于目标物体的第一表面和第二表面上的镀膜部位为表面镀膜区,位于目标物体的镂空部的侧壁面上的镀膜部位为侧面镀膜区,所述镀膜方法包括以下步骤:

[0011] 将所述目标物体装入掩模夹具中,所述掩模夹具上具有与目标物体的镀膜部位一一对应的镂空区,其中与所述表面镀膜区对应的掩模夹具上的镂空区为表面镂空区,与所述侧面镀膜区对应的掩模夹具上的镂空区为侧面镂空区,所述侧面镂空区的尺寸大于所述侧面镀膜区的设计尺寸;

[0012] 将固定有目标物体的掩模夹具固定于样品架上,样品架置于镀膜机内进行镀膜,镀膜过程中样品架沿其旋转轴翻转;其中

[0013] 当侧面镀膜区为平面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区所在平面的夹角小于 90° ;

[0014] 当侧面镀膜区为曲面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区的所有切面的夹角均小于 90° 。

[0015] 作为优选,所述目标物体为石英摆片,所述石英摆片包括外环、挠性梁和质量摆,所述石英摆片的镂空部包括所述质量摆与外环之间的C形槽和所述质量摆、外环和挠性梁之间并排的三窗口,所述三窗口包括窗口三和位于窗口三两侧的窗口一和窗口二,其中窗口一和窗口二分别位于C形槽的两端,并分别与C形槽连通;所述石英摆片的侧面镀膜区有四个,侧面镀膜区一位于所述窗口一外环部的侧壁面,侧面镀膜区二位于所述窗口二外环部的侧壁面,侧面镀膜区三位于所述C形槽中部的侧壁面,侧面镀膜区四位于窗口三的质量摆部的侧壁面;所述样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区一、侧面镀膜区二和侧面镀膜区三的所有切面的夹角均小于 90° ,且与侧面镀膜区四的所在平面的夹角小于 90° 。

[0016] 作为优选,所述掩模夹具包括上掩模片、下掩模片、压环和底座;所述底座内部有定位孔,所述定位孔用于放置并固定上掩模片、下掩模片和压环;所述定位孔的形状是正方形、长方形或三角形,所述上掩模片、下掩模片和压环的外轮廓均与所述定位孔的形状相适应;所述上掩模片和下掩模片上分别具有与所述表面镀膜区相对应的表面镂空区;所述上掩模片和下掩模片上分别具有与所述侧面镀膜区相对应的侧面镂空区。

[0017] 作为优选,所述挠性梁和所述掩模夹具之间设有弹性部件,所述弹性部件填充因挠性梁与外环和质量摆之间的厚度差异而在挠性梁与掩模夹具之间形成的空隙。

[0018] 作为优选,所述掩模夹具的侧面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的侧面镀膜区的设计尺寸沿所述侧面镀膜区的径向方向放大 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$ 。

[0019] 作为优选,所述掩模夹具的表面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的表面镀膜区的设计尺寸沿所述表面镀膜区的径向方向缩小 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$ 。

[0020] 作为优选,所述样品架垂直设置,所述旋转轴垂直且过样品架的中心,所述样品架绕旋转轴以 $3-10\text{r}/\text{min}$ 的速率匀速自转。

[0021] 作为优选,当所述侧面镀膜区为平面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区所在平面的夹角为 $20^{\circ}-70^{\circ}$ 。

[0022] 当所述侧面镀膜区为曲面时,样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区的所有切面的夹角均在 $20^{\circ}-70^{\circ}$ 之间。

[0023] 作为优选,对目标物体镀制两层金属膜,第一层为Cr膜,第二层为Au膜。

[0024] 作为优选,磁控溅射过程中,溅射源沿所述样品架的旋转轴的轴向进行 $\pm 3^{\circ}-8^{\circ}$ 的连续摆动,每 $30\text{s}-60\text{s}$ 改变一次摆动方向。

[0025] 另一方面,本发明为实施上述镀膜方法,设计了一种掩模夹具,所述掩模夹具包括

上掩模片、下掩模片、压环和底座,所述底座内设有定位孔;所述压环位于所述上掩模片和下掩模片之间,所述上掩模片、下掩模片和压环形成掩模,所述掩模的外轮廓和所述定位孔相适配,所述掩模具有模腔,所述掩模对置于所述模腔内的目标物体夹持并固定;所述目标物体包括相对的第一表面和第二表面,所述目标物体具有镂空部,所述目标物体的所述镂空部连通第一表面和第二表面,位于目标物体的第一表面和第二表面上的镀膜部位为表面镀膜区,位于目标物体的镂空部的侧壁面上的镀膜部位为侧面镀膜区;所述掩模具有与目标物体的镀膜部位相对应的镂空区,所述掩模的所述镂空区包括与所述目标物体的所述表面镀膜区对应的表面镂空区和与所述目标物体的侧面镀膜区对应的侧面镂空区,所述掩模的所述侧面镂空区的尺寸大于所述目标物体的所述侧面镀膜区的设计尺寸。

[0026] 作为优选,所述目标物体为石英摆片,所述石英摆片包括外环、挠性梁和质量摆,在所述上掩模片、下掩模片与所述挠性梁之间均设有弹性部件,所述弹性部件填充因挠性梁与外环和质量摆之间的厚度差异而在挠性梁与所述上掩模片和下掩模片之间形成的空隙。

[0027] 作为优选,所述掩模的所述侧面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的所述侧面镀膜区的设计尺寸沿所述侧面镀膜区的径向方向放大 0.1mm-0.5mm。

[0028] 作为优选,所述掩模的所述表面镂空区的尺寸相对于所述目标物体的所述表面镀膜区的设计尺寸沿所述表面镀膜区的径向方向缩小 0.1mm-0.5mm。

[0029] 作为优选,所述定位孔的形状为正方形、长方形或三角形。

[0030] 借由上述技术方案,本发明提供一种镀膜方法至少具有以下优点:

[0031] 当目标物体的镀膜部位附近有其他结构件阻挡时,可对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次同时镀膜。

[0032] 通过采用掩模夹具的侧面镂空区的尺寸大于目标物体的侧面镀膜区的设计尺寸的技术手段和采用样品架的旋转轴与目标物体的侧面镀膜区所在平面或所有切面的夹角小于 90° 的技术手段,可实现同时对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次镀膜的目的。

[0033] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了更清楚的了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0034] 图 1 是本发明实施例的石英摆片立体结构示意图;

[0035] 图 2 至图 6 是本发明实施例的石英摆片的镀膜区示意图;

[0036] 图 7 是本发明实施例的掩模夹具的挠性梁部位采用弹性加厚的立体结构示意图;

[0037] 图 8 是本发明实施例的掩模夹具的立体结构示意图;

[0038] 图 9 是本发明实施例的石英摆片电极性能的测量位置示意图;

[0039] 图 10 是本发明实施例的掩模夹具未设置弹性部件而在挠性梁上出现镀膜阴影的放大示意图;

[0040] 图 11 是本发明实施例的掩模夹具设置了弹性部件而在挠性上未出现镀膜阴影的放大示意图;

[0041] 图 12 是本发明实施例的沿径向方向放大示意图;

- [0042] 图 13 是本发明实施例的底座和定位孔位置示意图一；
- [0043] 图 14 是本发明实施例的底座和定位孔位置示意图二；
- [0044] 图 15 是本发明实施例的样品架与掩模夹具阵列旋转轴示意图；
- [0045] 图 16 是本发明实施例的样品架绕旋转轴自转同时绕真空室公转轨迹示意图；
- [0046] 图 17 是本发明实施例的磁控溅射法的溅射源摆动角度的平面示意图；
- [0047] 图 18 是本发明实施例的石英摆片的曲面侧面镀膜区的切面与样品架旋转轴所成夹角示意图。

[0048] 图例说明

[0049] 1 外环, 2 凸台, 3 挠性梁, 4 质量摆, 5 侧面镀膜区一, 6 侧面镀膜区二, 7 侧面镀膜区三, 8 侧面镀膜区四, 9 三窗口, 10 上掩模片, 11 压环, 12 下掩模片, 13 底座, 14 定位孔, 15 弹性部件, 16 侧面镂空区一, 17 侧面镂空区二, 18 侧面镂空区三, 19 侧面镂空区四, 20 第一端点, 21 第二端点, 22 镀膜半径一, 23 镀膜半径二, 24 镀膜半径三, 27 阴影区, 28 挠性梁镀膜区, 29 原始位置, 30 放大位置, 31 第一表面镀膜区, 32 第二表面镀膜区, 33 掩模夹具, 34 样品架, 35 样品架自转方向, 36 样品架公转方向, 37 第一切面, 38 第二切面, 39 第三切面, 40 样品架旋转方向。

具体实施方式

[0050] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效, 以下结合附图及较佳实施例, 对依据本发明申请的具体实施方式、技术方案、特征及其功效, 详细说明如后。下述说明中的多个实施例中的特定特征、结构、或特点可由任何合适形式组合。

[0051] 本发明提供了一种镀膜方法适用于当目标物体的镀膜部位附近有其他结构件阻挡时, 可同时对目标物体的外轮廓面和具有结构件阻挡的内表面进行一次镀膜。例如当目标物体具有镂空部时, 本发明方法可实现对目标物体的外轮廓面和镂空部的侧壁面进行一次同时镀膜。

[0052] 如图 1 所示, 本发明实施例以石英摆片这种镀膜结构为例说明本发明的实施方法, 但不局限于仅对石英摆片镀膜, 本发明实施例是对石英摆片镀制两层金属膜, 但不局限于仅镀金属膜或仅镀两层膜。

[0053] 上述石英摆片是外轮廓为圆形的片状物体, 石英摆片具有相对的第一表面和第二表面, 通过连通第一表面和第二表面的镂空部将石英摆片分成如下结构件: 外环 1、挠性梁 3 和质量摆 4。其中外环 1 的第一表面一侧和第二表面一侧上均具有凸台 2, 外环 1 的每个表面均包括三个凸台, 分别为左端凸台、右端凸台及下端凸台; 参见图 1, 石英摆片的镂空部包括质量摆 4 与外环 1 之间的 C 形槽和质量摆 4、外环 1 和挠性梁 3 之间并排的三窗口 9, 其中, 质量摆 4 位于外环 1 内, 且质量摆 4 通过挠性梁 3 与外环 1 连接, 三窗口 9 包括窗口三和位于窗口三两侧的窗口一和窗口二, 其中窗口一和窗口二分别位于 C 形槽的两端, 并分别与 C 形槽连通。位于石英摆片的第一表面和第二表面上的镀膜部位分别为第一表面镀膜区 31 (图 5 中阴影部分) 和第二表面镀膜区 32 (图 6 中阴影部分), 位于石英摆片的镂空部的侧壁面上的镀膜部位为侧面镀膜区 (图 2 至图 4 中阴影部分), 其中, 石英摆片的侧面镀膜区有四个, 侧面镀膜区一 5 位于窗口一外环部的侧壁面, 侧面镀膜区二 6 位于窗口二外环部的侧壁面, 侧面镀膜区三 7 位于 C 形槽中部的侧壁面, 侧面镀膜区四 8 位于窗

口三的质量摆一侧的侧壁面。石英摆片平面的竖向对称线分别与侧面镀膜区一 5 的平面对称线及侧面镀膜区二 6 的平面对称线各成 45° 夹角；上述 C 形槽中部的外环的侧壁面与上述下端凸台处于同一纵向方向。

[0054] 本实施例需对石英摆片的侧面镀膜区和两个表面镀膜区进行一次性镀膜，但石英摆片的侧面镀膜区附近因有其他结构件阻挡而难以镀膜，其中，侧面镀膜区一 5 被结构件质量摆及挠性梁阻挡；侧面镀膜区二 6 被结构件质量摆和挠性梁阻挡；侧面镀膜区三 7 被结构件质量摆阻挡；侧面镀膜区四 8 被结构件挠性梁和外环阻挡。因石英摆片的侧面镀膜区被以上结构阻挡且分布在不同的角度，因此难以一次性同时被镀上膜。

[0055] 本发明实施例的镀膜方法对石英摆片镀膜时采用的掩模夹具如图 7 所示，上述掩模夹具包括上掩模片 10、下掩模片 12、压环 11 和底座 13，底座 13 内部有定位孔 14，压环 11 位于上掩模片 10 和下掩模片 12 之间，上掩模片 10、下掩模片 12 和压环 11 形成掩模，上述掩模的外轮廓和定位孔 14 相适配，上述掩模具有模腔，上述掩模对置于上述模腔内的石英摆片夹持并固定；上述掩模具有与上述石英摆片的镀膜部位相对应的镂空区，上述掩模的上述镂空区包括与上述石英摆片的上述表面镀膜区对应的表面镂空区和与上述石英摆片的侧面镀膜区对应的侧面镂空区。

[0056] 实施例 1

[0057] 本发明实施例提供了一种镀膜方法，将固定有目标物体的掩模夹具固定于样品架上，采用磁控溅射对目标物体进行镀膜，镀膜过程中样品架沿其旋转轴翻转，其中，掩模的侧面镂空区的尺寸大于石英摆片的对应的侧面镀膜区的设计尺寸；且样品架的旋转轴与石英摆片的侧面镀膜区的夹角应小于 90° ，上述的夹角小于 90° 的含义是指，当侧面镀膜区为平面时，样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区所在平面的夹角小于 90° ；当侧面镀膜区为曲面时，样品架的旋转轴与所述侧面镀膜区的所有切面的夹角均小于 90° 。本实施例中石英摆片的侧面镀膜区四 8 为平面，样品架的旋转轴与侧面镀膜区四 8 所在平面的夹角小于 90° ；侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6 和侧面镀膜区三 7 均为曲面，样品架的旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6 和侧面镀膜区三 7 的所有切面的夹角均小于 90° 。

[0058] 其中呈曲面的侧面镀膜区的所有切面中，位于上述曲面的两个最远端部位的切面与样品架的旋转轴所成夹角是最大的，上述侧面镀膜区的其他切面与样品架的旋转轴所成夹角小于上述最大切面夹角，所以只要保证上述最大切面夹角小于 90° ，那么当侧面镀膜区为曲面时，样品架的旋转轴与上述石英摆片的上述侧面镀膜区的所有切面的夹角均小于 90° 。

[0059] 具体的以侧面镀膜区三 7 曲面的切面为例，位于曲面最远的两端的切面有两个，第一切面 37 和第二切面 38，上述两个切面分别与沿样品架旋转方向 40 旋转的旋转轴所成夹角均为 b ；第三切面 39 为除曲面两端切面外曲面中间段上任一切面，第三切面 39 与沿样品架旋转方向 40 旋转的旋转轴所成夹角为 c ，明显的夹角 b 大于夹角 c ，夹角 b 是所有切面与样品架旋转轴所成夹角中最大的一个角度，故只要保证上述夹角 b 与样品架的旋转轴所成夹角小于 90° 即可。本实施例中石英摆片的侧面镀膜区的面积较小，因此侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6 和侧面镀膜区三 7 均可近似为平面，旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6 和侧面镀膜区三 7 的夹角可以近似为旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6 和侧面镀膜区三 7 各自中心点处的切面的夹角。因此，侧面镀膜区四 8 与侧面镀膜区三 7 平行，

侧面镀膜区一 5 与侧面镀膜区二 6 垂直,侧面镀膜区一 5 与侧面镀膜区二 6 与旋转轴的夹角均(锐角)为 45° (分别参见图 2 和图 3 中两虚线之间的夹角)。本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 35° 、 55° 、 10° 和 10° 。

[0060] 结合上述技术手段本实施例具体的采用磁控溅射法对石英摆片进行镀膜,镀膜过程中的具体参数设定及具体步骤等本领域技术人员均可根据需要采取成熟的现有技术。

[0061] 本发明实施例中给出一种较优的镀膜过程,如图 15 和图 16 所示,镀膜前,先将石英摆片用碳化硅磨棒进行精细倒角,然后放入超声清洗槽,分别加入清洗剂-纯水-酒精-纯水进行清洗,慢拉干燥后装入掩模夹具中,具体放置顺序为,先将下掩模片 12 装入底座 13,后放入压环 11,将上述石英摆片放入压环 11 后,再放入上掩模片 10,再将固定有石英摆片的上述掩模夹具利用螺丝边压紧后固定于样品架上。一个样品架设有多个可放置装有石英摆片样品的掩模夹具,形成掩模夹具阵列,并可根据批量要求,将多个掩模夹具 33 同时放在一个样品架 34 中,实现一次镀制多片石英摆片的要求。将上述样品架放置于磁控溅射镀膜机的真空室内的转动盘上,并烘烤抽气,抽真空至 4×10^{-5} Pa,上述样品架垂直设置于上述转动盘上,样品架以其对称轴为旋转轴水平旋转。如图 16 所示,上述转动盘是利用了行星转动盘原理来使样品架自转同时并公转,样品架在真空室内围绕样品架的旋转轴沿样品架自转方向 35 自转,同时利用离子源对样品架表面进行 10min 清洗,以保证表面洁净度,提高金属膜附着力。上述样品架自转至真空室内的 Cr 靶材位置前,Cr 靶材所在平面与样品架所在平面相对且平行,Cr 溅射源的溅射面积大于样品架的表面积。溅射源溅射方向固定,不发生任何方向的摆动;样品架连续自转,自转速度为 3r/min;镀制 Cr 膜时采用的功率为 100w,镀制时间控制在 20s;镀完 Cr 膜后,停止 Cr 膜溅射源,在不开真空室的情况下,样品架边自转边绕真空室的中心轴沿样品架公转方向 36 公转至 Au 靶材位置前,停止公转且连续自转,利用 Au 溅射源镀制 Au 膜,镀制 Au 膜时采用的功率为 200w,镀制时间控制在 1200s。镀膜原理及方法同镀 Cr 膜。本实验采用直流电源,通过控制功率与镀膜时间来控制膜层厚度,镀膜结束后,取出样品架,从样品架中取出掩模夹具,打开掩模夹具的螺丝,将石英摆片取出并测量。具体实施数据如表 1 所示,测量结果如表 2 所示。

[0062] 实施例 2

[0063] 实施例 2 与实施例 1 的不同在于,在上掩模片 10 和下掩模片 12 与挠性梁 3 之间均设有弹性部件 15,弹性部件 15 填充因挠性梁 3 与外环 1 和质量摆 4 之间的厚度差异而在挠性梁 3 与上掩模片 10 和下掩模片 12 之间形成的空隙。本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 35° 、 55° 、 80° 和 80° ;镀制 Cr 膜时采用的功率为 150w,镀制时间为 50s,镀制 Au 膜时采用的功率为 250w,镀制时间控制在 1500s;镀膜时溅射源的摆动角度和频率不同,样品架自转速率不同,具体实施数据见表 1,测量结果见表 3。

[0064] 实施例 3

[0065] 实施例 3 与实施例 2 的不同在于,镀制 Cr 膜时采用的功率为 200w,镀制时间为 80s,镀制 Au 膜时采用的功率为 300w,镀制时间控制在 1800s;镀膜时溅射源的摆动角度和频率不同,样品架自转速率不同;本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 25° 、 65° 、 20° 和 20° ;具体实施数据见表

1, 测量结果见表 3。

[0066] 实施例 4

[0067] 实施例 4 与实施例 2 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 5° 、 85° 、 40° 和 40° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 5。

[0068] 实施例 5

[0069] 实施例 5 与实施例 2 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 15° 、 75° 、 60° 和 60° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 6。

[0070] 实施例 6

[0071] 实施例 6 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 25° 、 65° 、 70° 和 70° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 7。

[0072] 实施例 7

[0073] 实施例 7 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 25° 、 65° 、 20° 和 20° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 8。

[0074] 实施例 8

[0075] 实施例 8 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 5° 、 85° 、 40° 和 40° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 9。

[0076] 实施例 9

[0077] 实施例 9 与实施例 2 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 15° 、 75° 、 60° 和 60° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 10。

[0078] 实施例 10

[0079] 实施例 10 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 25° 、 65° 、 70° 和 70° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 11。

[0080] 实施例 11

[0081] 实施例 11 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 15° 、 75° 、 60° 和 60° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 12。

[0082] 实施例 12

[0083] 实施例 12 与实施例 3 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 25° 、 65° 、 70° 和 70° ；其他不同具体实施数据见表 1, 测量结果见表 13。

[0084] 对比例 1

[0085] 对比例 1 与实施例 2 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二

6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 45°、45°、90° 和 90°；其他不同具体实施数据见表 1，测量结果见表 14。

[0086] 对比例 2

[0087] 对比例 2 与实施例 2 不同在于本实施例中旋转轴与侧面镀膜区一 5、侧面镀膜区二 6、侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 的夹角分别为 35°、55°、10° 和 10°；其他不同具体实施数据见表 1，测量结果见表 15。

[0088] 表 1，实施例和对比例实验数据记录表

[0089]

条件 实施例	掩模夹具侧面 镂空区放大尺寸/mm	掩模夹具表面 镂空区缩小尺寸/mm	溅射源摆动 角度及时间 /° /s	样品架绕旋 转轴自转速 率 r/min	是否采 用弹性 部件
实施例 1	0.1	0	0	3	否
实施例 2	0.5	0.1	0	5	是
实施例 3	0.3	0.3	±3/30	5	是
实施例 4	0.5	0.5	±3/30	5	是
实施例 5	0.1	0.2	±8/60	10	是
实施例 6	0.2	0.4	±6/45	10	是
实施例 7	0.08	0.3	±3/30	3	是
实施例 8	0.6	0.5	±5/40	10	是
实施例 9	0.5	0.08	±6/50	10	是
实施例 10	0.1	0.6	±7/60	10	是
实施例 11	0.1	0.2	±2/15	8	是
实施例 12	0.2	0.4	±10/80	8	是
对比例 1	0.1	0	0	3	是
对比例 2	0	0	0	3	是

[0090] 本发明实施例对 $\Phi 25\text{mm}$ 的石英摆片镀制两层金属膜，第一层为 Cr 膜，第二层为 Au 膜，对石英摆片的镀膜也称为镀电极，膜层尺寸也称为电极尺寸，膜层厚度也称为电极厚度。

[0091] 通过下述方法对实施例和对比例的石英摆片实验品的相关性能进行测试：

[0092] 镀膜电极性能测试：如图 9 所示，测量电阻，即测量石英摆片第一表面最远端电阻的第一端点 20 和第二表面最远端电阻的第二端点 21 之间的连通电极的电阻值。图 9 中标出的 20 和 21 位置，应在石英摆片第一表面标出上述端点 20，在第二表面标出上述端点 21，为了更清楚的表示出连接端点 20 和端点 21 两个位置关系，将上述端点 20 和上述端点 21

画在了同一表面上。

[0093] 石英摆片表面镀膜区所镀膜层的厚度一致性测量。如图 9 所示,在每个石英摆片样品单面任取 3 个不同位置点,采用台阶仪测量出石英摆片表面镀膜区所镀膜层的厚度并计算出允差。

[0094] 测量石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的相对位置的电极尺寸允差。如图 9 所示,具体方法为,以石英摆片中心点为圆心,分别以设计半径画弧,即图 9 中镀膜半径一 22 为 9.5mm、镀膜半径二 23 为 11.2mm、镀膜半径三 24 为 11.4mm,以上述三种半径在石英摆片的第一表面和第二表面上分别画弧,所画弧线在第一表面和第二表面的镀膜区上各产生三条相交线,即在上述第一表面上产生三条相交弧线,在上述第一表面的三条相交弧线上各取三个点,共九个点,在第二表面的三条相交弧线上找出,与第一表面的九个点相对位置的九个点,利用读数显微镜测量这十八个点分别以石英摆片中心点为圆心的实际半径,求得第一表面和第二表面每种半径的平均值,将第一表面每种半径平均值与第二表面对应的每种半径平均值相减,得出第一表面和第二表面同一半径相对位置的平均允差值。

[0095] 例如以镀膜半径一 22 为 9.5mm 在第一表面和第二表面分别画弧,在两个镀膜区各产生两条相交弧线,在第一表面的相交弧线上任取三个点,再以石英摆片中心点为圆心测出这三个点的实际半径,并求出这三个半径的平均值;在第二表面的相交弧线上找出与上述第一表面所取三个点相对位置的三个点,再以石英摆片中心点为圆心测出这三个点的实际半径,并求出这三个半径的平均值;最后将上述第一表面所测平均半径和第二表面所测平均半径相减,得到以镀膜半径一 22 为 9.5mm 时第一表面和第二表面镀膜区相对位置的电极尺寸的允差值。镀膜半径二 23 为 11.2mm 和镀膜半径三 24 为 11.4mm 的测量方法同上。

[0096] 测量石英摆片第一表面和第二表面镀膜区所镀膜层的尺寸公差。如图 9 所示,具体方法为,以石英摆片平面的横向对称线为起始线,分别以 $L1 = 1.6\text{mm}$ 、 $L2 = 4.8\text{mm}$ 为高在第一表面和第二表面画两条水平线,在上述两条水平线分别与石英摆片的第一表面和第二表面镀膜区的相交线上各任选 3 个点,利用读数显微镜分别测量这些点与石英摆片表面的横向对称线的实际垂直距离,并分别求得上述垂直距离的平均值。例如,以石英摆片表面的横向对称线为起始线,以 1.6mm 为高,在第一表面镀膜区画一条水平线并产生第一表面的相交线,在此线上任取三个点,利用读数显微镜测量这三个点与石英摆片表面的横向对称线的实际垂直距离,并求得第一表面上三个实际垂直距离的平均值;在第二表面镀膜区画一条水平线并产生第二表面的相交线,在此线上任取三个点,利用读数显微镜测量这三个点与石英摆片表面的横向对称线的实际垂直距离,并求得第二表面上三个实际垂直距离的平均值,将上述两面的实际垂直距离的平均值分别与设计值 L 为 1.6mm 相减,得到石英摆片表面镀膜区所镀膜层的尺寸公差值, $L = 4.8\text{mm}$ 时的测量方法与 $L = 1.6\text{mm}$ 的测量方法相同。

[0097] 表 2,实施例 1 测试结果记录表

[0098]

实施例 1 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度 平均值/ μm	电极上、下面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
1	111.2	5.5%/4.7%	0.55	0.31/0.42
2	125.3	5.8%/6.9%	0.59	0.29/0.34
3	113.7	6.4%/5.9%	0.49	

[0099] 注:选取三个实验样品 1、2、3

[0100] 如表 2 所示,实施例 1 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量结果均在可使用范围内。

[0101] 表 3,实施例 2 测试结果记录表

[0102]

实施例 2 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度 平均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
4	45.1	3.1%/3.3%	0.32	0.22/0.23
5	43.7	4.1%/5.1%	0.35	0.27/0.25
6	46.7	4.1%/6.2%	0.33	

[0103] 注:选取三个实验样品 4、5、6

[0104] 如表 3 所示,实施例 2 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均在可使用范围内。

[0105] 实施例 2 和实施例 1 的测量结果对比说明在扩大掩模夹具的侧面镂空区的尺寸同时,通过将掩模夹具的表面镂空区尺寸相对于石英摆片的表面镀膜区的设计尺寸沿上述表面镀膜区的径向方向缩小可使石英摆片镀膜的效果进一步提高。

[0106] 表 4,实施例 3 测试结果记录表

[0107]

实施例 3 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
7	6.6	1.2%/1.1%	0.08	0.011/0.012
8	9.5	0.8%/0.7%	0.07	0.012/0.01
9	7.1	0.7%/0.9%	0.06	

[0108] 注:选取三个实验样品 7、8、9

[0109] 如表 4 所示, 实施例 3 的测量结果为 : 可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值, 说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的 ; 通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差, 其测量值均满足使用要求。

[0110] 实施例 3 与实施例 2 的测量结果对比说明溅射源摆动可以进一步提高镀膜效果。

[0111] 表 5, 实施例 4 测试结果记录表

[0112]

实施例 4 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
10	6.1	0.9%/0.5%	0.06	0.01/0.01
11	6.7	0.4%/0.6%	0.07	0.01/0.01
12	6.2	0.7%/0.5%	0.08	

[0113] 注 : 选取三个实验样品 10、11、12

[0114] 如表 5 所示, 实施例 4 的测量结果为 : 可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值, 说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的 ; 通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差, 其测量值均可满足使用要求。

[0115] 实施例 4 与实施例 1 和实施例 2 的测量结果对比说明采用以上技术参数相互配合可使石英摆片的电极性能更佳。

[0116] 表 6, 实施例 5 测试结果记录表

[0117]

实施例 5 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
13	7.1	0.89%/0.95%	0.035	0.01/0.01
14	7.7	0.9%/0.9%	0.043	0.007/0.01
15	7.2	0.95%/0.9%	0.041	

[0118] 注 : 选取三个实验样品 13、14、15

[0119] 如表 6 所示, 实施例 5 的测量结果为 : 可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值, 说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的 ; 通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差, 其测量值均满足使用要求。

[0120] 实施例 5 与实施例 1 和实施例 2 的测量结果对比说明采用以上技术参数相互配合可使石英摆片的电极性能更佳。

[0121] 表 7, 实施例 6 测试结果记录表

[0122]

实施例 6 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度 平均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
16	7.8	0.88%/0.69%	0.08	0.007/0.01
17	7.9	0.69%/0.79%	0.07	0.007/0.008
18	8.9	0.65%/0.72%	0.09	

[0123] 注:选取三个实验样品 16、17、18

[0124] 如表 7 所示,实施例 6 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均符合使用要求。

[0125] 实施例 6 与实施例 1 和实施例 2 的测量结果对比说明采用以上技术参数相互配合可使石英摆片的电极性能更佳。

[0126] 表 8,实施例 7 测试结果记录表

[0127]

实施例 7 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
19	439	1.2%/1.8%	0.17	0.022/0.015
20	425	1.6%/1.1%	0.19	0.014/0.016
21	421	1.2%/1.7%	0.18	

[0128] 注:选取三个实验样品 19、20、21

[0129] 如表 8 所示,实施例 7 的测量结果为:可以测出石英摆片第一表面和第二表面的表面镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的。通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均偏大。

[0130] 实施例 7 与实施例 3 的测量结果对比说明掩模夹具的侧面镂空区尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向放大的尺寸过小会导致石英摆片的电阻变大。

[0131] 表 9,实施例 8 测试结果记录表

[0132]

实施例 8 三个样品	连通电极最远 端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
22	9.9	2.11%/2.08%	0.21	0.035/0.037
23	7.8	2.05 %/2.21%	0.22	0.033/0.032
24	7.9	2.23 %/2.98%	0.25	

[0133] 注:选取三个实验样品 22、23、24

[0134] 如表 9 所示,实施例 8 的测量结果为:可以测出石英摆片第一表面和第二表面的表面镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的。通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值比实施例 3-6 的测量值偏大,效果较差。

[0135] 实施例 8 与实施例 4 的测量结果对比说明掩模夹具的侧面镂空区尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向放大的尺寸过大会导致石英摆片的电极尺寸公差变大,并且石英摆片的部分非镀膜区也被镀上膜。

[0136] 通过实施例 1-8 说明掩模夹具侧面镂空区尺寸相对于石英摆片侧面镀膜区的设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向放大的尺寸必须有一个优选的范围,如 0.1-0.5mm,在此范围内才能使石英摆片的镀膜电极精度更高,性能更优。

[0137] 表 10,实施例 9 测试结果记录表

[0138]

实施例 9 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
25	6.6	0.7 %/0.9%	0.09	0.065/0.057
26	9.5	0.9 %/0.8%	0.07	0.059/0.058
27	7.1	0.83 %/0.72%	0.085	

[0139] 注:选取三个实验样品 25、26、27

[0140] 如表 10 所示,实施例 9 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均满足使用要求。

[0141] 实施例 9 与实施例 6 的测量结果对比说明以掩模夹具的表面镂空区的尺寸相对于石英摆片的表面镀膜区的设计尺寸沿上述表面镀膜区的径向方向缩小的尺寸过小会导致石英摆片电极尺寸公差变大。

[0142] 表 11,实施例 10 测试结果记录表

[0143]

实施例 10 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
28	6.6	0.9%/0.8%	0.07	0.065/0.066
29	9.5	0.9%/0.9%	0.08	0.076/0.057
30	7.1	0.8%/0.7%	0.09	

[0144] 注:选取三个实验样品 28、29、30

[0145] 如表 11 所示,实施例 10 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均满足使用要求。

[0146] 实施例 10 与实施例 6 的测量结果对比说明掩模夹具的表面镂空区的尺寸相对于石英摆片的表面镀膜区的设计尺寸沿上述表面镀膜区的径向方向缩小的尺寸过大也会导致石英摆片电极尺寸公差变大。

[0147] 通过实施例 2-10 说明掩模夹具侧面镂空区尺寸相对于对应的石英摆片表面镀膜区的设计尺寸沿上述表面镀膜区的径向方向缩小的尺寸必须有一个优选的范围,如 0.1-0.5mm,在此范围内才能使石英摆片的镀膜电极精度更高,性能更优。

[0148] 表 12,实施例 11 测试结果记录表

[0149]

实施例 11 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
31	10.6	2.2%/2.2%	0.12	0.015/0.015
32	10.4	3.1%/2.5%	0.11	0.016/0.017
33	9.8	1.9%/2.2%	0.12	

[0150] 注:选取三个实验样品 31、32、33

[0151] 如表 12 所示,实施例 11 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均满足使用要求。

[0152] 实施例 11 与实施例 5 的测量结果对比说明溅射源摆动角度和摆动频率过小,会导致石英摆片的电阻增大和膜层变厚。

[0153] 表 13,实施例 12 测试结果记录表

[0154]

实施例 12 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公 差/mm
34	10.5	1.91%/1.92%	0.12	0.026/0.025
35	9.4	1.68%/1.72%	0.13	0.024/0.026
36	9.7	1.85%/1.76%	0.13	

[0155] 注:选取三个实验样品 34、35、36

[0156] 如表 13 所示,实施例 12 的测量结果为:可测出石英摆片第一表面和第二表面的镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是导通的;通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均满足使用要求。

[0157] 实施例 12 与实施例 6 的测量结果对比说明溅射源摆动角度和摆动频率过大,也会导致石英摆片的电阻增大。

[0158] 通过实施例 3-12 说明溅射源摆动角度和摆动频率必须有一个优选的范围,如摆动角度为 $\pm 3-8^\circ$,每 30s-60s 改变一次溅射源的摆动方向,并且样品架绕其旋转轴以 3-10r/min 的速率匀速自转,采用上述范围内的参数可使石英摆片镀膜电极精度更高,性能更优。

[0159] 表 14,对比例 1 测试结果记录表

[0160]

对比例 1 三个样品	连通电极最 远端电阻/ Ω	电极膜厚度平 均值/ μm	电极上、下两面相 对位置公差/mm	电极尺寸公差 /mm
37	不导通	未达标	未达标	未达标
38	不导通			
39	不导通			

[0161] 注:选取三个实验样品 37、38、39

[0162] 如表 14 所示,对比例 1 的测量结果为:无法测出石英摆片第一表面和第二表面的表面镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是不导通的。通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均远大于使用要求的公差值,远不符合使用要求。

[0163] 对比例 1 的测量结果说明石英摆片的侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 与样品架的旋转轴成 90° 夹角时,是无法在石英摆片表面镀膜区和侧面镀膜区同时镀膜。

[0164] 表 15,对比例 2 测试结果记录表

[0165]

对比例 2	连通电极最远	电极膜厚度平	电极上、下两面相	电极尺寸公
-------	--------	--------	----------	-------

[0166]

三个样品	端电阻/ Ω	均值/ μm	对位置公差/mm	差/mm
40	不导通	未达标	未达标	未达标
41	不导通			
42	不导通			

[0167] 注:选取三个实验样品 40、41、42

[0168] 如表 15 所示,对比例 2 的测量结果为:无法测出石英摆片第一表面和第二表面的表面镀膜区连通电极最远端电阻值,说明石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的镀膜电极是不导通的。通过测量石英摆片表面镀膜区电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸允差和石英摆片表面镀膜区电极尺寸公差,其测量值均远大于使用要求的公差值。

[0169] 对比例 2 的测量结果说明只采用掩模夹具侧面镂空区尺寸相对于石英摆片侧面镀膜区的设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向放大 0.1mm 的技术手段是无法在石英摆片表面镀膜区和侧面镀膜区同时镀膜。

[0170] 通过对比实施例 1 和对比例 1 的测量结果,说明样品架的旋转轴与石英摆片侧面镀膜区所在平面的夹角均小于 90° 的技术手段是实现石英摆片表面镀膜区和侧面镀膜区同时镀膜的必要技术手段。

[0171] 通过对比实施例 1 和对比例 2 的测量结果,说明将掩模夹具的侧面镂空区尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向放大一定尺寸的技术手段是实现石英摆片表面镀膜区和侧面镀膜区同时镀膜的必要手段。

[0172] 通过对比实施例 1 和对比例 1 与对比例 2,说明上述两个技术手段是实现石英摆片表面镀膜区和侧面镀膜区一次同时镀膜的必要手段。

[0173] 通过以上实施例和对比例的测量结果可以看出,在溅射范围内,溅射源正对石英摆片的第一表面镀膜区和第二表面镀膜区,因此很容易镀上薄膜,要对石英摆片侧面镀膜区镀膜,当侧面镀膜区为平面时,样品架的旋转轴与上述侧面镀膜区所在平面的夹角小于 90° ;当侧面镀膜区为曲面时,样品架的旋转轴与上述侧面镀膜区的所有切面的夹角均小于 90° 时才可镀上膜。而连接石英摆片第一表面和第二表面的侧面镀膜区一 5 和侧面镀膜区二 6 的所有切面与样品架的旋转轴所成夹角小于 90° ,侧面镀膜区一 5 和侧面镀膜区二 6 附近虽有结构阻挡而不易直接迎着溅射源,但当石英摆片在样品架的带动下以样品架的旋转轴自转时,侧面镀膜区一 5 和侧面镀膜区二 6 在自转过程中可直接迎着溅射源出射方向,在一定方向可以镀上膜;但侧面镀膜区三 7 的所有切面和侧面镀膜区四 8 所在平面均与样品架的旋转轴垂直,故对于侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8,无论是否自转都不可能镀上膜,因此利用侧面镀膜区一 5 的切面和侧面镀膜区二 6 的切面分别与样品架的旋转轴所成夹角小于 90° 的原理及相应现象,通过掩模夹具的设计使石英摆片侧面镀膜区相对于样品架的旋转轴有所偏转,而不是成垂直关系,故当石英摆片自转时,侧面镀膜区 7 的切面和侧面镀膜区 8 所在平面在自转过程中将与溅射源出射方向相交,并会迎着溅射源出射方向,从而被镀上膜,必须保证石英摆片的所有侧面镀膜区所在平面或所在切面与样品架的

旋转轴所成夹角均小于 90° 和掩模夹具的侧面镂空区尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区设计尺寸沿上述侧面镀膜区的径向方向进行放大。另外,如图 17 所示,为了控制膜层厚度与其均匀性,可定时改变溅射源的摆动角度和样品架沿其旋转轴的自转速率,本发明实施例中溅射源摆动角度优选为 $\pm 3^\circ\text{--}8^\circ$,每 30s-60s 改变一次溅射源的摆动角度,并且样品架以 3-10r/min 的速率匀速自转;本实施例在上述镀膜工艺中,通过控制镀膜功率和时间,可以均匀的对石英摆片镀膜,且可控制所镀膜层的厚度;功率小或时间短可能会出现镀不上膜或镀的膜层薄厚不一,有的地方镀上膜,有的地方镀不上膜的现象,功率大或时间长,所镀膜层厚且不均匀也不能满足电极的使用要求,故对镀膜功率和镀膜时间的选择也有一定的范围。通过以上技术手段,不仅使石英摆片第一表面和第二表面镀膜区的连通电极最远端的电阻导通,还可使石英摆片表面电极膜层厚度、第一表面和第二表面相对位置的电极尺寸公差和石英摆片表面镀膜电极尺寸公差均满足使用要求。

[0174] 如图 7 所示,为配合上述镀膜方法对石英摆片表面和侧面进行一次镀膜,本发明实施例还提供了一种掩模夹具。

[0175] 如图 2 至图 4 为石英摆片上侧面镀膜区的位置示意图,为使石英摆片的侧面镀膜区更容易被溅射源溅射上,通过采用掩模夹具的侧面镂空区的尺寸相对于对应的石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿上述对应的侧面镀膜区的径向方向放大技术手段,使石英摆片的侧面镀膜区更大程度的暴露在溅射源范围内,从而更容易被镀膜。但需考虑到不能因放大了侧面镂空区的尺寸而使石英摆片非镀膜区也被镀上膜而影响使用,故侧面镂空区放大的尺寸必须在一定范围内,太小不易在侧面镀膜区镀上膜,太大会在侧面镀膜区周边出现阴影。进一步,上述径向方向是指沿镀膜区的圆周方向,分别以同一尺寸进行放大或缩小,如图 12 所示,原始位置 29 是指未放大区域,放大位置 30 是指沿径向方向放大后的区域,图中箭头表示以相同尺寸沿各个方向进行放大。本领域技术人员应明白,掩模夹具的侧面镂空区的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿石英摆片的侧面镀膜区的径向方向放大时,掩模夹具的侧面镂空区的边缘不可能超出石英摆片侧面镀膜区所在面的范围,本实施例中石英摆片镀膜要求两面导通,因此,石英摆片的侧面镀膜区与表面镀膜区是连通的,也就是说掩模夹具上的侧面镂空区与表面镂空区是连通的,因此,掩模夹具的侧面镂空区的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区的设计尺寸沿石英摆片的侧面镀膜区的径向方向放大时,石英摆片的第一表面和第二表面一侧已经到达极限,只能在其他方向放大。

[0176] 作为本实施例的优选,掩模夹具的侧面镂空区一 16 的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区一 5 的设计尺寸沿侧面镀膜区一 5 的径向方向放大 0.1-0.5mm,侧面镂空区二 17 的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区二 6 的设计尺寸沿侧面镀膜区二 6 的径向方向放大 0.1-0.5mm,侧面镂空区三 18 的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区三 7 的设计尺寸沿侧面镀膜区三 7 的径向方向放大 0.1-0.5mm,侧面镂空区四 19 的尺寸相对于石英摆片的侧面镀膜区四 8 的设计尺寸沿侧面镀膜区四 8 的径向方向放大 0.1-0.5mm。

[0177] 作为本发明实施例的优选,上述掩模夹具的上掩模片 10 和上掩模片 12 至少其中之一具有与上述石英摆片的上述侧面镀膜区对应的侧面镂空区。

[0178] 作为本发明实施例的优选,上掩模片 10、下掩模片 12、压环 11 和底座 13 的外形均可设计为正方形、长方形或三角形;如图 7 所示,本实施例中均优选为正方形,均为不锈钢材质,且均采用激光精密切割法成形,从而保证了掩模夹具的尺寸精度要求;进一步,上掩

模片 10 和下掩模片 12 采用 0.1mm 厚的不锈钢材质 ;进一步,定位孔 14 的形状可为正方形、长方形或三角形,本实施例优选正方形。

[0179] 在镀膜方法中,通过掩模夹具的特殊设计使样品架的旋转轴和石英摆片的侧面镀膜区的所有切面或所在平面的夹角小于 90° ;具体的讲,是通过设计掩模夹具的底座 13 和定位孔 14 的位置关系使上述夹角小于 90° 。

[0180] 如图 13 所示,底座 13 和定位孔 14 的位置关系具体为,当底座 13 和定位孔 14 均为正方形、长方形和三角形时,本例中底座 13 为正方形,中间镂空形成正方形的定位孔 14,此时,底座外轮廓为正方形,具有四个角,定位孔 14 与底座内轮廓也形成四个角,再如图 14 所示,C 点是底座 13 中心点,A 点是底座 13 对角线的一个点,B 点是定位孔 14 对角线上的一个点,A、B 和 C 点连成直线,石英摆片绕 CD 直线方向的旋转轴进行旋转时,为了避免侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 所在平面和 CD 方向的旋转轴成垂直关系,通过将放置有石英摆片的上述掩模放入定位孔 14 的位置进行偏移,从而使侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 相对于 CD 直线方向的样品架的旋转轴所成夹角小于 90° ,进而可实现在侧面镀膜区镀膜 ;如图 14 所示,BC 直线偏移后,定位孔 14 的 B 点偏移至 B' ,BC 和 B' C 所成夹角为 α ;通过以上设计的夹角为 α ,即石英摆片的侧面镀膜区三 7 和侧面镀膜区四 8 所在平面和样品架的旋转轴的夹角为 α 。上述所成夹角 α 过大过小都会影响侧面镀膜区在溅射源范围内所显露出的可镀膜面积。

[0181] 进一步,对于本实施例中石英摆片的侧面镀膜区一 5 和侧面镀膜区二 6,这两者都与石英摆片平面竖向对称线成 45° ,当石英摆片的侧面镀膜区所在平面与样品架的垂直于地面的旋转轴的夹角成 45° 时,镀膜区三 7 和镀膜区四 8 由原来的与样品架的旋转轴成垂直关系变为成 45° 夹角,而侧面镀膜区一 5 和侧面镀膜区二 6 由原来与样品架的旋转轴成 45° 夹角变成 90° 夹角,故在设计石英摆片侧面镀膜区所在平面与样品架的旋转轴所成夹角时,不能设计为 45° ,故对应的,定位孔 14 相对于底座 13 的位置设计中上述 α 角不能是 45° 。

[0182] 作为本实施例的优选,上述夹角 α 大于 20° 小于 45° ,和大于 45° 小于 70° 。

[0183] 在镀膜溅射过程中,会在石英摆片表面产生阴影效应,即石英摆片表面的实际溅射面积会大于掩模夹具表面镂空面积,为了避免上述阴影效应,可通过缩小上述表面镂空区的尺寸以避免或减少上述阴影效应。

[0184] 作为本实施例的优选,将掩模夹具的表面镂空区的尺寸相对于上述表面镀膜区的设计尺寸沿表面镀膜区的径向方向缩小 0.1mm-0.5mm。

[0185] 作为本实施例的优选,如图 11 所示,通过对所有实施例和对比例的实验样品石英摆片进行仔细观察后,发现采用本发明实施例提供的一种掩模夹具,在上掩模片 10 和下掩模片 12 与挠性梁 3 之间均设有弹性部件 15,弹性部件 15 填充因挠性梁 3 与外环 1 和质量摆 4 之间的厚度差异而在挠性梁 3 与上掩模片 10 和下掩模片 12 之间形成的空隙。图 10 是实施例 1 的石英摆片挠性梁部位未采用弹性部件进行处理而在挠性梁 3 两侧出现阴影区 27 ;图 11 是实施例 2-10 和对比例 1-4 的石英摆片挠性梁部位采用弹性处理后,镀膜区 28 不但已完整镀膜,并且在石英摆片的挠性梁两侧未出现阴影,说明采用本发明技术方案可以避免石英摆片的挠性梁镀膜区两侧出现阴影。进一步,弹性部件 15 一方面起到通过遮挡非镀膜区而避免在溅射过程中在挠性梁 3 两侧出现阴影的作用,同时,由于掩模夹具需

将所有部件和石英摆片放在一起用螺丝压紧固定,其中,上掩模片 10 和下掩模片 12 在夹紧石英摆片时,挠性梁 3 部位非常薄易受外力压坏,而采用弹性部件 15,其具有弹性和一定厚度,可缓冲外力而避免挠性梁 3 被压坏,具有保护挠性梁 3 的作用。

[0186] 作为本实施例的优选,在将石英摆片放入压环 11 时,为了避免因每次放置石英摆片的位置不同而使设计的定位孔 14 和底座 13 的位置关系不同,在压环 11 的内周边上设有多个具有定位功能的定位点,在石英摆片外轮廓周边也有数个具有定位功能的定位点,并与压环 11 的内周边上的定位点相互配合,从而可将石英摆片按一定方位固定放置于压环 11 中,其中压环 11 和石英摆片上自带的定位点在实验前已设计好。

[0187] 与现有技术相比,采用本发明实施例提供的一种镀膜方法,通过采用掩模夹具的侧面镂空区的尺寸大于目标物体的侧面镀膜区的设计尺寸以及采用样品架的旋转轴与目标物体的侧面镀膜区所在平面或所有切面的夹角小于 90° 的技术手段,可实现同时对目标物体表面和侧面镀膜区进行一次镀膜的目的;本发明通过优化镀膜工艺参数,并结合掩模夹具,可精准的控制膜层厚度、膜层均匀性及膜层尺寸的精度,以满足使用要求;为配合本发明提供的镀膜方法能较好的对目标物体的镀膜部位进行一次镀膜,相应的设计了一种掩模夹具,其结构简单、操作方便且精准度高。

[0188] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

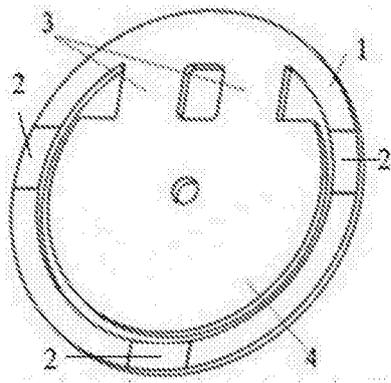


图 1

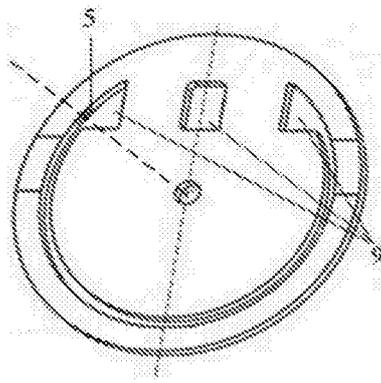


图 2

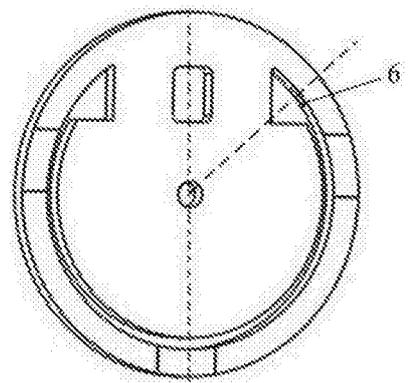


图 3

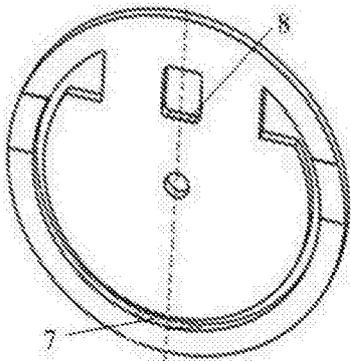


图 4

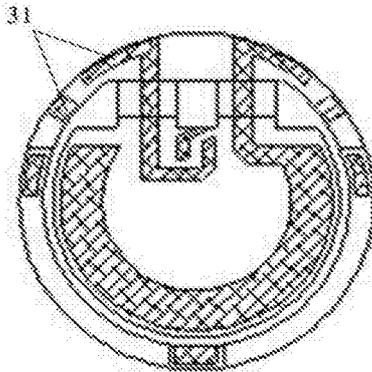


图 5

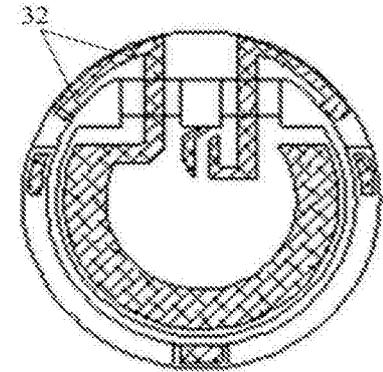


图 6

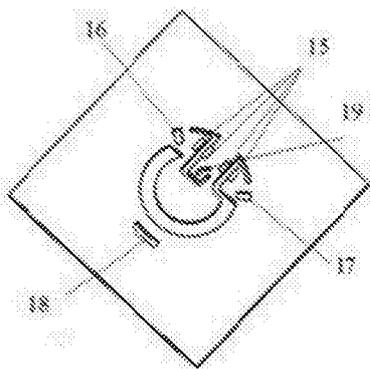


图 7

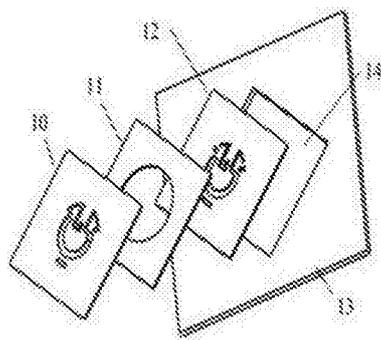


图 8

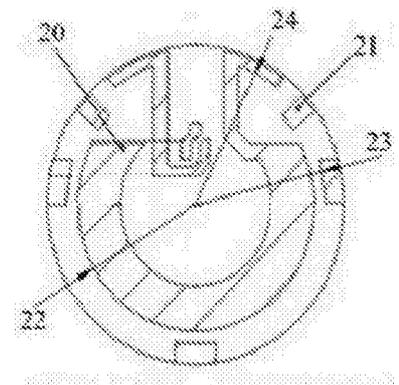


图 9

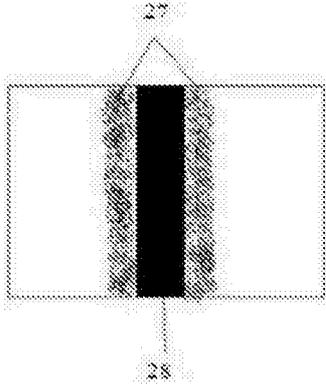


图 10

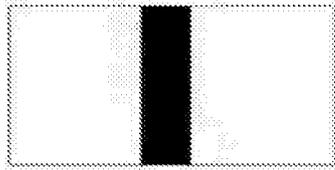


图 11

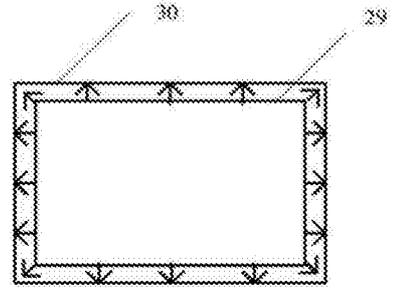


图 12

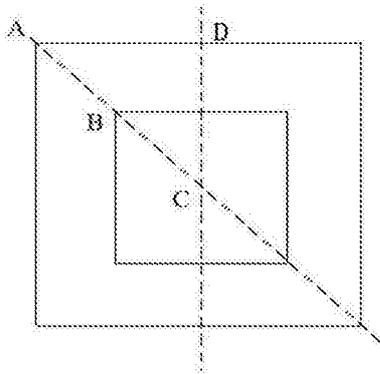


图 13

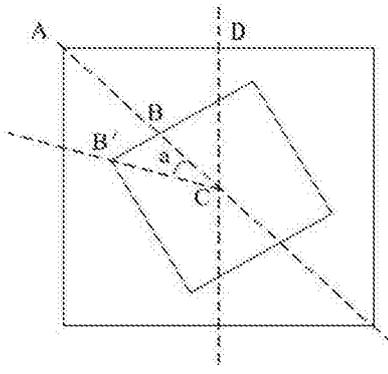


图 14

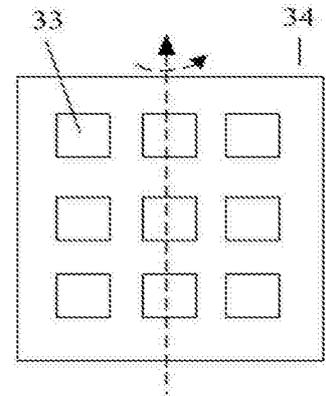


图 15

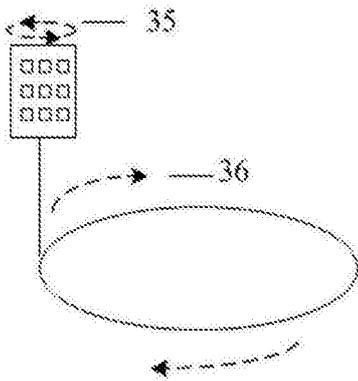


图 16

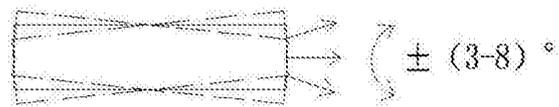


图 17

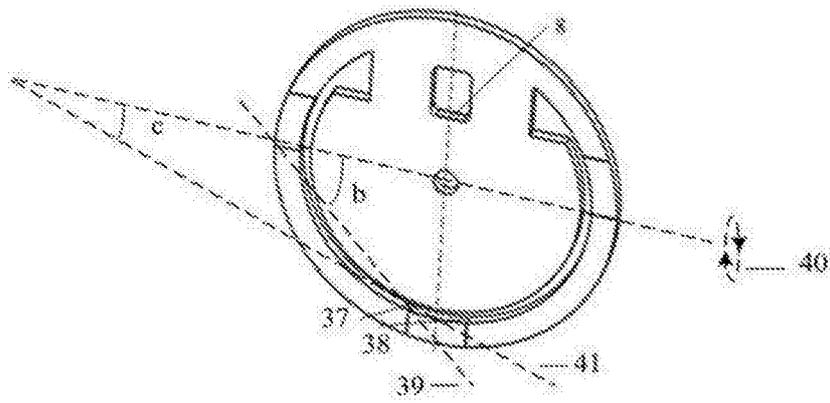


图 18