

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 5/18

G02F 1/01



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02133087.5

[43] 公开日 2003 年 3 月 12 日

[11] 公开号 CN 1402023A

[22] 申请日 2002.9.28 [21] 申请号 02133087.5
 [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 鞠 挥 王淑荣

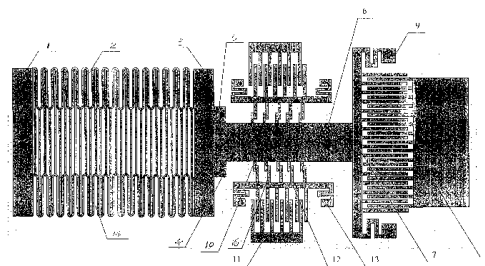
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公
 司
 代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种静电驱动的可调谐微型光学器件及其制作

[57] 摘要

本发明提供一种体积小、工艺兼容、无电磁干扰、可靠性及精度高的静电驱动集成化微型可调谐红外滤光器及制作。有固定端 1、8、11，光栅主体 2、滑动端 3，连接结构 4 和 5、悬臂梁 6、叉指 7、12，锚点 9、13，定位栓 10、16，气隙 14、衬底 15。硅片上生长 SiO₂、下表面光刻、腐蚀、去除 SiO₂、与衬底键合，上表面减薄、镀膜、光刻、腐蚀及刻蚀，制成主驱动器、定位驱动器；上表面光刻、溅射、去胶；再次光刻、电铸形成光栅；衬底下表面光刻、腐蚀，制成空气隙；上表面去胶、去除电铸阴极。本发明用于微型红外截止滤光器、微重量测量、多种传感器，遥感探测、太阳光谱、热辐射探测、空间科学、环境科学、光纤通信等领域。



ISSN 1008-4274

1、一种静电驱动的可调谐微型光学器件，包括光栅固定端(1)、可调谐光栅主体(2)、光栅滑动端(3)，光栅主体(2)的两端分别与光栅固定端(1)的一端及光栅滑动端(3)的一端相连接，其特征在于还包括有：连接结构(4)和(5)、主驱动悬臂梁(6)、静电主驱动器可动叉指(7)、主驱动器固定端(8)、主驱动器可动叉指锚点(9)、定位栓(10)、定位驱动器固定端(11)、定位驱动器可动叉指(12)、定位驱动器可动叉指锚点(13)、空气隙(14)、衬底(15)、定位栓(16)，光栅滑动端(3)的另一端通过连接结构(4)、(5)与主驱动器中的悬臂梁(6)连接；主驱动器包括悬臂梁(6)、可动叉指(7)、固定端(8)、可动叉指锚点(9)及定位栓(10)，悬臂梁(6)的一端通过连接结构(4)、(5)与光栅滑动端(3)连接，悬臂梁(6)的另一端与可动叉指(7)、可动叉指锚点(9)连为一体，可动叉指(7)与固定端(8)相耦合，定位栓(10)分布于悬臂梁(6)的上下两侧，定位栓(10)与定位栓(16)相互锁定；

定位驱动器包括固定端(11)、可动叉指(12)、定位栓(16)及可动叉指锚点(13)，定位栓(16)一端与可动叉指(12)及可动叉指锚点(13)相连，定位栓(16)另一端与定位栓(10)相互锁定；

衬底(15)位于可调谐光栅、主驱动器、定位驱动器下方，并含有空气隙(14)，光栅固定端(1)、固定端(8)、可动叉指锚点(9)、固定端(11)、可动叉指锚点(13)位于衬底(15)上方并与衬底(15)上表面相接触，光栅主体(2)、光栅滑动端(3)、连接结构(4)、(5)、悬臂梁(6)、可动叉指(7)、定位栓(10)、定位栓(16)、可动叉指(12)位于衬底(15)上方且有一定的间隙，在衬底(15)的本体上制备空气隙(14)，空气隙(14)位于光栅主体

(2)的正下方。

2、一种静电驱动可调谐微型光学器件的制作，其工艺步骤及顺序如下：

(a) 将硅片双面化学抛光并清洁处理，然后在硅片的双面分别生长一定厚度的 SiO_2 ；

(b) 在硅片的下表面光刻、腐蚀 SiO_2 ，形成主驱动器与定位驱动器可动结构区域图形，用硅的各向异性腐蚀液腐蚀出浅坑；

(c) 去除 SiO_2 ，将下表面键合在衬底上；

(d) 将硅片上表面进行腐蚀减薄，蒸镀掩膜金属层，光刻、腐蚀出主驱动器与定位驱动器图形，

(e) 用 ICP 设备刻蚀步骤 (d) 的上表面，完成主驱动器、定位驱动器及连接结构的制作；

(f) 在步骤 (e) 的上表面涂覆正性厚光刻胶，光刻暴露主驱动器与定位驱动器区域外的衬底；

(g) 在步骤 (f) 的上表面溅射一层金属作为电铸阴极，去除光刻胶，光刻胶上表面附着的金属薄膜同时被剥离掉；

(h) 在步骤 (g) 的上表面再次进行厚胶光刻，形成可调谐光栅胶模并电铸形成金属可调谐光栅及连接结构；

(i) 对步骤 (h) 的样品背面进行光刻、腐蚀，完成空气隙的制作；

(j) 去除步骤 (h) 的光刻胶，然后用湿法腐蚀去除步骤 (g) 的电铸阴极，完成可调谐光栅制作，同时完成器件的制作。

一种静电驱动的可调谐微型光学器件及其制作

技术领域：本发明属于微光学器件，涉及一种对红外可调谐滤光器及制作方法的改进。

背景技术：目前国际上用于红外成像的红外可调谐滤光器的采用声光、Fabry-Perot 和 Fourier 变频光谱等方法，均具有高透射、宽接收角和宽可调型焦平面变频等优点。其共同的缺点是体积过大。近几年国外也提出了微型化结构及制作方法，器件主体与驱动源分别采用微机械和机械方法制作，使得滤光器的制造没有完全解决微型化、集成化过程中存在的工艺兼容这一关键问题。同时因现有方法均采用电磁驱动，所产生的磁场在某些场合干扰其它系统的正常工作。

本发明的目的是解决背景技术中体积过大、器件主体与驱动源工艺不兼容、电磁驱动带来干扰、可靠性及精度低等问题，为此本发明将提供一种体积小、工艺兼容、无电磁干扰、可靠性及精度高的静电驱动集成化微型可调谐红外滤光器及制备工艺方法。

本发明器件由微型可调谐光栅、主驱动器、定位驱动器及衬底四部分组成。本发明如图 1 所示包括：光栅固定端(1)、可调谐光栅主体(2)、光栅滑动端(3)、连接结构(4)和(5)、主驱动悬臂梁(6)、静电主驱动器可动叉指(7)、主驱动器固定端(8)、主驱动器可动叉指锚点(9)、定位栓(10)、定位驱动器固定端(11)、定位驱动器可动叉指(12)、定位驱动器可动叉指锚点(13)、空气隙(14)、衬底(15)、定位栓(16)；

微型可调谐光栅包括光栅固定端(1)、光栅主体(2)及光栅滑动端(3)；光栅主体(2)的两端分别与光栅固定端(1)的一端及光栅滑动端(3)的一端相连接，光栅滑动端(3)的另一端通过连接结构(4)、(5)与主驱动器中的悬臂梁(6)连接；

主驱动器包括悬臂梁(6)、可动叉指(7)、固定端(8)、可动叉指锚点(9)及定位栓(10)，悬臂梁(6)的一端通过连接结构(4)、(5)与光栅滑动端(3)连接，悬臂梁(6)的另一端与可动叉指(7)、可动叉指锚点(9)连为一体，可动叉指(7)与固定端(8)相耦合，定位栓(10)分布于悬臂梁(6)的上下两侧，定位栓(10)与定位栓(16)相互锁定；

定位驱动器包括固定端(11)、可动叉指(12)、定位栓(16)及可动叉指锚点(13)，定位栓(16)一端与可动叉指(12)及可动叉指锚点(13)相连，定位栓(16)另一端与定位栓(10)相互锁定；

衬底(15)位于可调谐光栅、主驱动器、定位驱动器下方，并含有空气隙(14)，光栅固定端(1)、固定端(8)、可动叉指锚点(9)、固定端(11)、可动叉指锚点(13)位于衬底(15)上方并与衬底(15)上表面相接触，光栅主体(2)、光栅滑动端(3)、连接结构(4)、(5)、悬臂梁(6)、可动叉指(7)、定位栓(10)、定位栓(16)、可动叉指(12)位于衬底(15)上方且有一定的间隙，在衬底(15)的本体上制备空气隙(14)，空气隙(14)位于光栅主体(2)的正下方。

本发明的工艺步骤及顺序如下：

(a) 将硅片双面化学抛光并清洁处理，然后在硅片的双面分别生长一定厚度的 SiO_2 ；

(b) 在硅片的下表面光刻、腐蚀 SiO_2 ，形成主驱动器与定位驱动器可动结构区域图形，用硅的各向异性腐蚀液腐蚀出浅坑；

(c) 去除 SiO_2 ，将下表面键合在衬底上；

(d) 将硅片上表面进行腐蚀减薄，蒸镀掩膜金属层，光刻、腐蚀出主驱动器与定位驱动器图形，

(e) 用 ICP 设备刻蚀步骤 (d) 的上表面，完成主驱动器、定位驱动器及连接结构的制作；

(f) 在步骤 (e) 的上表面涂覆正性厚光刻胶，光刻暴露主驱动器与定位驱动器区域外的衬底；

(g) 在步骤 (f) 的上表面溅射一层金属作为电铸阴极，去除光刻胶，光刻胶上表面附着的金属薄膜同时被剥离掉；

(h) 在步骤 (g) 的上表面再次进行厚胶光刻，形成可调谐光栅胶模并电铸形成金属可调谐光栅及连接结构；

(i) 对步骤 (h) 的样品背面进行光刻、腐蚀，完成空气隙的制作；

(j) 去除步骤 (h) 的光刻胶，然后用湿法腐蚀去除步骤 (g) 的电铸阴极，完成可调谐光栅制作，同时完成器件的制作。

本发明工作原理如图 1：

当主驱动器不工作（即主驱动器不加电压）时，可调谐光栅处于自由状态，可调谐光栅间距为 a 。当主驱动器加电压 V 时，主驱动器可动叉指(7)带动主驱动悬臂梁使光栅滑动端向驱动器方向移动，从而引起光栅间距均匀增加 Δa 。这时光栅间距变为 $a + \Delta a$ 。通过调节驱动器电压 V ，可使光栅间距在一定范围内连续改变。当主驱动器动作时，在定位驱动器加一脉冲电压使可

动叉指带动定位栓分别向上下分开，待主驱动器动作结束时，定位栓(16)回到初始位置，同时将移动后的光栅间隙 $a+\Delta a$ 锁定。

本发明优点在于：

1、将微机械的体硅加工技术与准 LIGA 技术有机结合，解决了背景技术中可调谐光栅与驱动器工艺不兼容的问题，不仅提供微型可调谐红外滤光器的微型化、集成化制作方法，而且为其它器件解决体硅工艺与 LIGA 类工艺兼容问题奠定了一定基础。

2、本发明采用典型的三维微细加工技术将可调谐光栅与驱动器集成制作在同一衬底上，不需装配对准。可调谐光栅与驱动器还可以与其它微器件或电路集成，便于制成微光机电系统的芯片。本发明减少器件的位置误差，提高器件的可靠性及精度。

3、本发明采用静电驱动方式，解决了电磁驱动带来的电磁干扰问题。

本发明随着器件原理、工艺及微集成技术的深入研究，使其不仅作为微型红外截止滤光器使用，还可用于高精度的微重量测试的电子秤、压力传感器、加速度传感器、应变或温度测试仪及位移传感器等。以这种器件为主体制造的微型化仪器将可望用于遥感探测、太阳光谱、热辐射探测、空间科学、环境科学、光纤通信等领域。

附图说明：

图 1 是本发明俯视图

图 2 是图 1 的主剖视图

具体实施方式：本发明的实施例如图 1 所示：光栅固定端(1)、可调谐光栅主体(2)、光栅滑动端(3)、连接结构(4)和(5)、悬臂梁(6)、可动叉指(7)、

固定端(8)、可动叉指锚点(9)、定位栓(10)、固定端(11)、可动叉指(12)、可动叉指锚点(13)、空气隙(14)、衬底(15)、定位栓(16)。

衬底(15)采用 Pyrex 玻璃，光栅固定端(1)、可调谐光栅主体(2)、光栅滑动端(3)及连接结构(4)选用金或镍或坡莫合金材料制成；连接结构(5)、悬臂梁(6)、可动叉指(7)、固定端(8)、可动叉指锚点(9)、定位栓(10)、定位栓(16)、固定端(11)、可动叉指(12)、可动叉指锚点(13)采用硅材料。

硅片清洁处理步骤为：

- 1)、以甲苯、丙酮、乙醇等去除油污等有机物；
- 2)、用王水煮沸去除金属离子；
- 3)、用去离子水超声清洗，无水乙醇脱水后烘干；

步骤(a)的 SiO_2 采用氢氧合成的方法生长。步骤(b)中用光刻胶掩蔽采用湿法腐蚀的方法腐蚀 SiO_2 ，各向异性腐蚀液为 40%KOH，腐蚀温度为 80°C 。步骤(c)中采用静电键合方法使硅与玻璃结合。步骤(d)中的掩膜金属层为铝。步骤(g)中的电铸阴极材料为铜，用丙酮浸泡去胶。步骤(h)中采用的光刻胶为 AZP4903，可调谐光栅的材料为金或镍或坡莫合金等。步骤(i)用干法刻蚀完成。步骤(j)用三氯化铁溶液腐蚀去除铜电铸阴极。

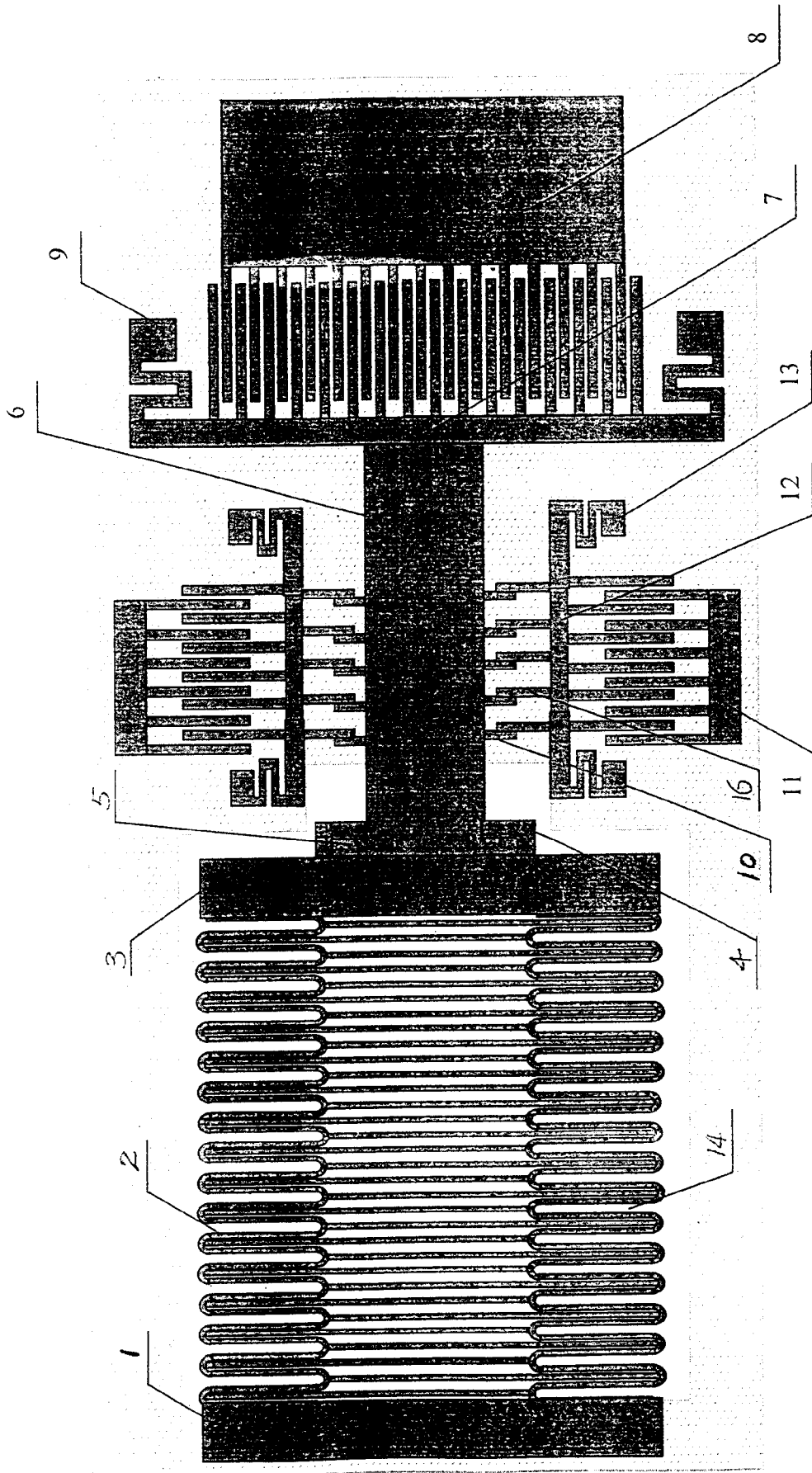


图1

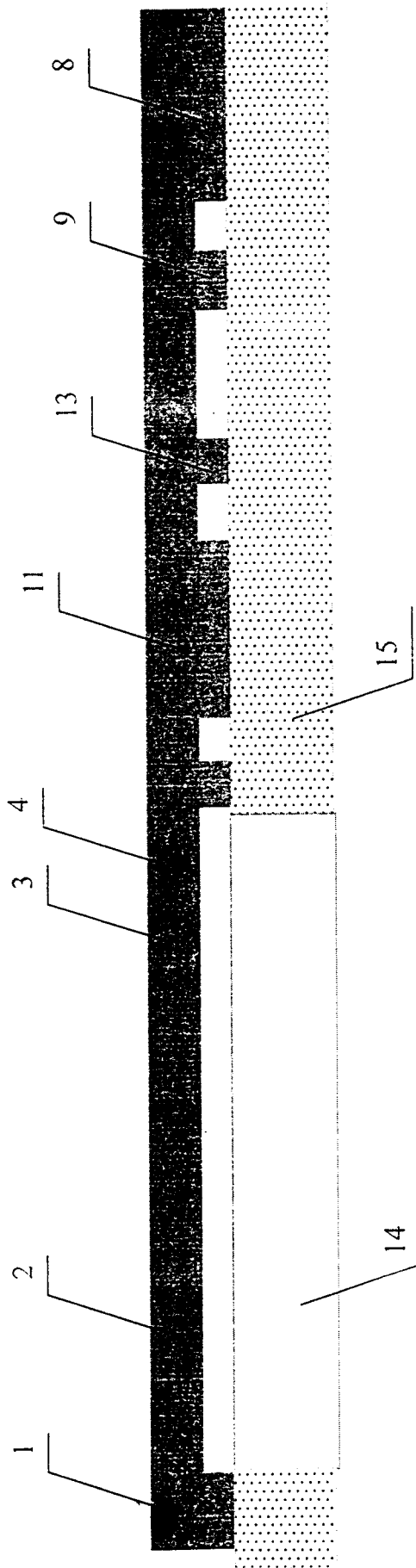


图2