

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01117636.9

[43] 公开日 2002 年 5 月 1 日

[11] 公开号 CN 1346988A

[22] 申请日 2001.4.30 [21] 申请号 01117636.9
 [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 姚劲松
 乐孜纯 王立军

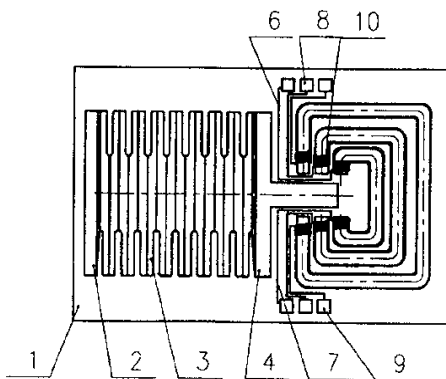
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
 代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 1 页

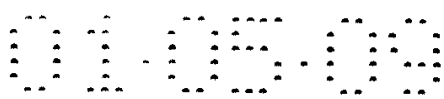
[54] 发明名称 微型可调谐红外滤光器及其制备工艺

[57] 摘要

本发明属于微光学器件,包括衬底、光栅固定端、光栅主体、光栅滑动端、驱动器、驱动器引线、驱动器电极、线圈、空气隙、铁芯,用准 LIGA 技术工艺简化、低成本、效率高;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,便于制成微光电机系统芯片;本发明提供微型可调谐红 外滤光器,可用于微重量测试的电子秤、压力传感器、加速度传感器、应变/温度测试仪及位移传感器等。可用于遥感探测、太阳光谱、热辐射探测、空间科学、环境科学、光纤通信等领域。



ISSN 1008-4274

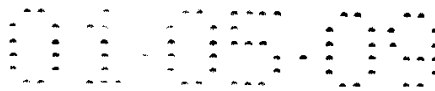


权 利 要 求 书

1、微型可调谐红外滤光器，包括光栅固定端(2)、光栅主体(3)、光栅滑动端(4)，其特征在于：在衬底(1)的上表面集成制备有光栅固定端(2)、光栅主体(3)、光栅滑动端(4)、驱动器(5)、驱动器引线(6)、(7)、驱动器电极(8)、(9)、线圈(10)、空气隙(11)、铁芯(12)，光栅主体(3)的两端分别与光栅固定端(2)的一端及光栅滑动端(4)的一端相连接，光栅滑动端(4)的另一端部分插入驱动器(5)的开口端，衬底(1)作为可调谐光栅及驱动器(5)的支撑体位于二者的正下方，衬底(1)的上表面与光栅固定端(2)的下表面及驱动器(5)的下表面固定连接，在衬底(1)本体上制备有空气隙(11)，光栅主体(3)置于空气隙(11)的上方，驱动器引线(6)(7)及电极(8)(9)位于衬底(1)的上表面，光栅滑动端(4)与衬底(1)间为可滑动接触连接，光栅主体(3)与衬底(1)间为非接触，驱动器(5)中的线圈(10)绕制在铁芯(12)周围。

2、微型可调谐红外滤光器的制备工艺，其特征在于：工艺步骤及顺序如下：

- (1)、将衬底双面化学抛光并清洁处理；
- (2)、在衬底的双面分别生长一定厚度的绝缘层；
- (3)、在衬底的绝缘层表面上制作、光刻、腐蚀形成光栅滑动端的牺牲层；
- (4)、在步骤3的表面溅射一定厚度的电铸阴极；
- (5)、在步骤4的表面用紫外光刻方法刻出驱动器线圈底层绕线



及驱动器电极、外引线的光刻胶图形；

(6)、在步骤 5 的表面用电铸制作驱动器线圈底层绕线及驱动器电极、外引线；

(7)、去除步骤 5 表面的光刻胶，并且干法刻蚀表面的铜薄膜；

(8)、在步骤 7 的表面均匀涂覆一层光敏绝缘材料，光刻、显影留下驱动器线圈底层绕线表面部分，以保证与铁芯绝缘；

(9)、在步骤 8 的表面溅射可调谐光栅与铁芯的电铸阴极；

(10)、在步骤 9 的表面用厚胶光刻形成可调谐光栅与铁芯胶模；

(11)、在步骤 10 的表面制作可调谐光栅和线圈铁芯；

(12)、在步骤 11 的表面去除厚光刻胶并刻蚀电铸阴极；

(13)、在步骤 12 的表面光刻，刻蚀光敏绝缘材料，在驱动器线圈底层绕线两端开孔以便继续生长线圈引线中间层部分；

(14)、在步骤 13 的表面制作电铸阴极，厚胶光刻并制作线圈中层。

(15)、对步骤 14 去除厚光刻胶、再去除电铸阴极；

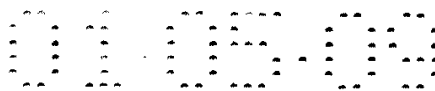
(16)、在步骤 15 表面涂胶并光刻作为驱动器铁芯与线圈上层的绝缘层；

(17)、在步骤 16 表面光刻、电铸形成线圈上层；

(18)、在衬底背面光刻并进行深刻蚀，形成可调谐光栅主体背面空气隙；

(19)、除去线圈上层以外的绝缘层；

(20)、腐蚀光栅滑动端下部的二氧化硅，释放光栅滑动端，制作出微型可调谐红外滤光器。



说 明 书

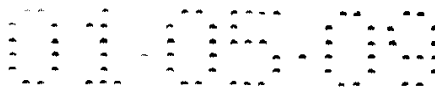
微型可调谐红外滤光器及其制备工艺

本发明属于微光学器件，涉及一种用于红外成像的红外可调谐滤光器及制作工艺的改进。

已有技术现状：目前国际上用于红外成像的红外可调谐滤光器有声光方法、Fabry-Perot 方法和 Fourier 变频光谱方法等，均具有高透射、宽接收角和宽可调型焦平面变频等优点。其共同的不足是体积过大。近几年国外也提出了微型化结构及制作方法，由于其各部分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。

已有结构 (T.R.Ohnstein,J.D.Zook, 等 Proc.MEMS'95,MICRO Electro Mechanical Sytems,PP170-174,IEEE,Amsterdam (1995)) 由支撑体、光栅固定端、可调谐光栅主体、光栅插棒、驱动器组成，微型可调谐光栅包括光栅固定端、光栅主体及光栅插棒。可调谐光栅主体的两端分别与光栅固定端及光栅插棒相连接，驱动器的空气隙与光栅插棒相对并且光栅插棒插入驱动器空气隙，可调谐光栅及驱动器的支撑体位于二者的正下方，支撑体与光栅固定端及驱动器为固定连接，在可调谐光栅主体下方无支撑体，光栅插棒悬浮在支撑体上方。

已有结构中光栅插棒悬浮在支撑体上方虽然减少摩擦，但不利于工艺制作，同时易引起可调谐光栅在与支撑体平面垂直方向上引起光栅主体弯曲，降低器件工作精度。原文献并没有给出驱动器的



具体结构，只用图示说明其有电磁铁及空气隙。

已有制作工艺为：集成式驱动器使用宏观工艺制作然后装配在支撑体上或带有滑动端及光栅主体的可调谐光栅结构电铸在牺牲层上，然后释放并装配在衬底上，衬底在此之前已制备有磁极和附着柱等驱动器结构。可调谐光栅及驱动器是由 LIGA 工艺分别制作的，电铸材料为坡莫合金。

工艺步骤中存在的问题：首先采用装配方法制作该器件，不利于批量制作及其它器件与电路集成；同时也增加了由工艺引起的装配误差，降低了器件精度。其次，采用 LIGA 技术制作光栅及驱动器结构，由于同步辐射运行费用昂贵使器件制作成本高；因 LIGA 工艺需要厚吸收体掩模使工艺复杂；因我国目前还没有全年开放的 LIGA 专用线使工艺周期长；又因同步辐射光源数量极少使其方法普及性差。

本发明的目的是解决已有技术的以上问题，将提供一种集成化微型可调谐红外滤光器及制备工艺方法。将典型的微机械工艺与微电子有机结合的利于批量制作及与其它器件与电路集成工艺方法。

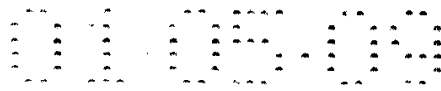
本发明如图 1 所示包括：在衬底(1)的上表面集成制备有光栅固定端(2)、光栅主体(3)、光栅滑动端(4)、驱动器(5)、驱动器引线(6)、(7)、驱动器电极(8)、(9)、线圈(10)、空气隙(11)、铁芯(12)。

本发明器件由可调谐光栅及驱动器及衬底三部分组成。微型可调谐光栅包括光栅固定端(2)、光栅主体(3)及光栅滑动端(4)。光栅主体(3)的两端分别与光栅固定端(2)的一端及光栅滑动端(4)的一端相连接，光栅滑动端(4)另一部分插入驱动器(5)的开口端，衬底(1)作为可调谐光栅及驱动器(5)的支撑体位于二者的

正下方，衬底(1)的上表面与光栅固定端(2)的下表面及驱动器(5)的下表面固定连接，在衬底(1)本体上制备有空气隙(11)，光栅主体(3)置于空气隙(11)的上方，驱动器引线(6)(7)及电极(8)(9)位于衬底(1)的上表面，光栅滑动端(4)与衬底(1)间为可滑动接触连接，光栅主体(3)与衬底(1)间为非接触，驱动器(5)中的线圈(10)绕制在铁芯(12)周围。

本发明的工艺步骤及顺序如下：

- (1)、将衬底双面化学抛光并清洁处理；
- (2)、在衬底的双面分别生长一定厚度的绝缘层；
- (3)、在衬底的绝缘层表面上制作、光刻、腐蚀形成光栅滑动端的牺牲层；
- (4)、在步骤 3 的表面溅射一定厚度的电铸阴极；
- (5)、在步骤 4 的表面用紫外光刻方法刻出驱动器线圈底层绕线及驱动器电极、外引线的光刻胶图形；
- (6)、在步骤 5 的表面用电铸制作驱动器线圈底层绕线及驱动器电极、外引线；
- (7)、去除步骤 5 表面的光刻胶，并且干法刻蚀表面的铜薄膜；
- (8)、在步骤 7 的表面均匀涂覆一层光敏绝缘材料，光刻、显影留下驱动器线圈底层绕线表面部分，以保证与铁芯绝缘；
- (9)、在步骤 8 的表面溅射可调谐光栅与铁芯的电铸阴极；
- (10)、在步骤 9 的表面用厚胶光刻形成可调谐光栅与铁芯胶模；
- (11)、在步骤 10 的表面制作可调谐光栅和线圈铁芯；
- (12)、在步骤 11 的表面去除厚光刻胶并刻蚀电铸阴极；
- (13)、在步骤 12 的表面光刻，刻蚀光敏绝缘材料，在驱动器线



圈底层绕线两端开孔以便继续生长线圈引线中间层部分；

(14)、在步骤 13 的表面制作电铸阴极，厚胶光刻并制作线圈中层。

(15)、对步骤 14 去除厚光刻胶、再去除电铸阴极；

(16)、在步骤 15 表面涂胶并光刻作为驱动器铁芯与线圈上层的绝缘层；

(17)、在步骤 16 表面光刻、电铸形成线圈上层；

(18)、在衬底背面光刻并进行深刻蚀，形成可调谐光栅主体背面空气隙；

(19)、除去线圈上层以外的绝缘层；

(20)、腐蚀光栅滑动端下部的二氧化硅，释放光栅滑动端，制作出微型可调谐红外滤光器。

本发明工作原理如图 2：

当驱动器不工作（即驱动器电极间不加电压）时，可调谐光栅处于自由状态，可调谐光栅间距为 a 。当驱动器电极间加直流电压 V 时，在驱动器线圈中有电流 I 通过。驱动器开口端的磁场使光栅滑动端向驱动器方向移动，从而引起为光栅间距均匀增加 Δa 。这时光栅间距变为 $a + \Delta a$ 。通过外加电路调节驱动器电压 V ，可使光栅间距在一定范围内连续改变，可调谐光栅工作波长在 3-13 微米范围内变化，从而使红外可调谐滤光器输出成像信息。

本发明优点在于：

1、采用准 LIGA 技术作为本发明的基础工艺，与 LIGA 技术相比，具有工艺简化、低成本、高效率的显著特点；

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，便于制成微光电机系统芯片；减少器件中各部分的位置误差，提高器件的可靠性及成品率。解决已有技术采用分离件装配制作器件，不利于批量制作，不能与其它器件及电路集成；同时也增加了由工艺引起的位置误差，降低了器件精度的问题。

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，还可将其作为重要元件，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/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 是本发明主剖示图

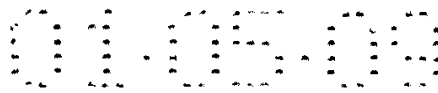
图 2 是图 1 的俯视图

本发明的实施例如图 1 所示：包括有衬底(1)、光栅固定端(2)、光栅主体(3)、光栅滑动端(4)、驱动器(5)、驱动器引线(6)、(7)、驱动器电极(8)、(9)、线圈(10)、空气隙(11)、铁芯(12)。

衬底(1)采用 3 吋(100)晶向硅片，将衬底双面化学抛光。光栅固定端(2)、光栅主体(3)、光栅滑动端(4)、铁芯(12)采用坡莫合金材料制成。光栅主体(3)采用透射光栅。驱动器(5)采用微型电磁驱动器。驱动器引线(6)、(7)和驱动器电极(8)、(9)、线圈(10)采用铜材料。空气隙(11)是在衬底(1)背面光刻并用 KOH 溶液进行湿法刻蚀。

衬底清洁处理步骤为：

- 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;

衬底用 PECVD 方法双面分别生长厚度约 1 微米的氮化硅绝缘层;

步骤 3 中: 在衬底的氮化硅绝缘层表面上射频溅射厚度为 500 纳米的二氧化硅薄膜, 采用微电子技术中的薄胶光刻、湿法腐蚀, 在光栅滑动端 (4) 氮化硅薄膜之间形成光栅滑动端 (4) 的牺牲层;

驱动器线圈底层绕线、驱动器电极、外引线的电铸阴极为厚度 700 纳米的金属铜;

在步骤 6 表面的驱动器线圈底层绕线及驱动器电极、外引线是用精密脉冲电铸铜制作;

在 8 步骤上所涂覆的光敏材料为聚酰亚胺;

在步骤 9 的表面溅射的电铸阴极为坡莫合金;

在步骤 11 表面采用电铸坡莫合金作为可调谐光栅和线圈铁芯;

在步骤 12 的表面去胶并干法刻蚀坡莫合金材料的电铸阴极;

在步骤 13 表面光刻, 干法刻蚀的光敏绝缘材料为聚酰亚胺;

在步骤 14 的表面溅射铜薄膜作电铸阴极, 厚胶光刻并电铸铜作为线圈中层。

在步骤 17 表面光刻、电铸铜形成线圈上层;

衬底背面光刻并进行用 KOH 溶液作为腐蚀液进行深刻蚀, 形成可调谐光栅主体背面空气隙; 干法刻蚀除去线圈上层以外的绝缘层。

说明书附图

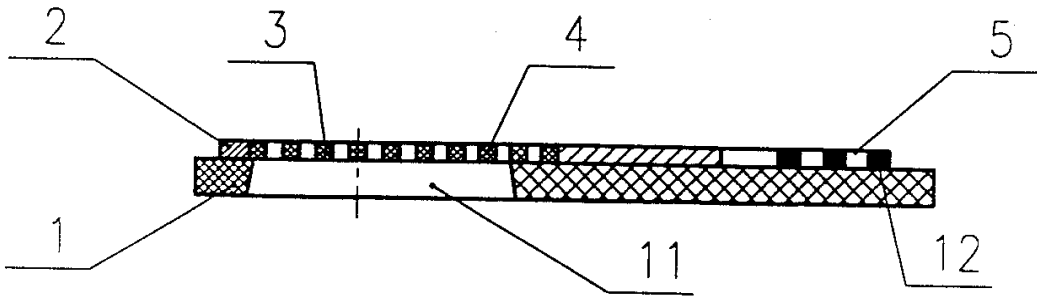


图 1

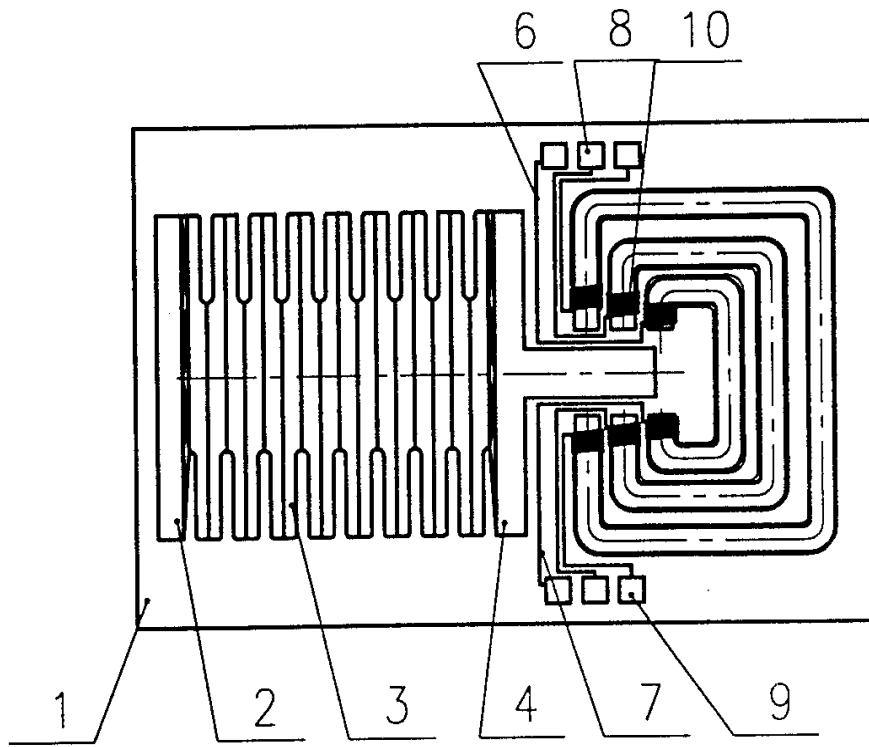


图 2