

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01J 3/02 (2006.01)

G01N 21/62 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016752.8

[43] 公开日 2006 年 11 月 1 日

[11] 公开号 CN 1854696A

[22] 申请日 2005.4.27

[21] 申请号 200510016752.8

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 吴一辉 贾宏光 周连群 张 平
鞠 挥 宣 明

[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

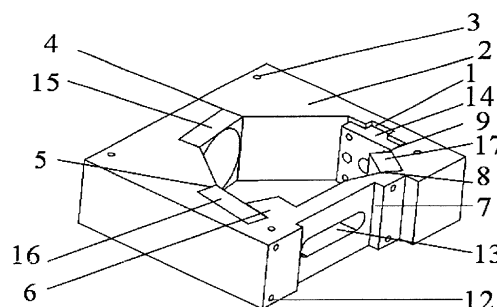
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

微小型光纤光谱仪的结构及其狭缝的制作方法

[57] 摘要

本发明涉及微小型光纤光谱仪的结构及其制作方法。包括安装槽 1、支架 2、第一螺纹孔 3、第一槽 4、第二槽 5、光阑 6、第三槽 7、第四槽 8、台阶面 9、入口 10、第二螺纹孔 11、第三螺孔 12、出口 13、压盖 14、成像反射镜 15、准直反射镜 16、光栅 17、狭缝 23，对狭缝坯体氧化、涂胶、光刻形成带凹坑图形，腐蚀、去胶然后涂胶、光刻形成狭缝孔图形，再 ICP 刻蚀或湿法腐蚀，形成不通透沟槽的狭缝坯体并去胶，ICP 刻蚀或湿法腐蚀得到凹坑和狭缝孔。通过采用微机械工艺制备体积微小、价格低廉的狭缝，结构紧凑、体积小的支架，集成化的光阑，使得支架与光学系统形成一体，光学元件准确快速定位和牢固固定，从而实现了空间结构简单、集成化的微小型光纤光谱仪。



1、微小型光纤光谱仪的结构，其特征在于：包括：在支架2本体上有安装槽(1)、第一螺纹孔(3)、第一槽(4)、第二槽(5)、光阑(6)、第三槽(7)、第四槽(8)、台阶面(9)、入口(10)、第二螺纹孔(11)、第三螺孔(12)、出口(13)、压盖(14)、成像反射镜(15)、准直反射镜(16)、光栅(17)、狭缝(23)；在支架(2)本体上的安装槽(1)、第一槽(4)、第二槽(5)、第三槽(7)和第四槽(8)与第一螺纹孔(3)轴线相互平行，并且垂直于支架(2)的上表面；入口(10)的轴线与第二槽(5)的底面相交；第一槽(4)位于安装槽(1)与第二槽(5)之间，且第一槽(4)的底面与出口(13)相对，使光栅(17)衍射后的光汇聚成像在出口(13)处；支架(2)的上表面与下表面相互平行；靠近第二槽(5)的光阑(6)的侧面与第二槽(5)的底面平行或相交，光阑(6)的工作面与第四槽(8)靠近出口(13)处的侧面平行；台阶面(9)与第四槽(8)靠近入口(10)的一个侧面相交；入口(10)和第二螺纹孔(11)两者的轴线相互平行，并且垂直于支架(2)靠近入口(10)的一个侧面；第三槽(7)靠近出口(13)；第三螺孔(12)轴线与出口(13)相互平行，并且垂直于支架(2)靠近出口(13)的一个侧面；成像反射镜(15)的安装面安置在第一槽(4)内，准直反射镜(16)的安装面安置在第二槽(5)内，光栅(17)的安装面安置在第四槽(8)内；压盖(14)安置在安装槽(1)内，狭缝(23)安置在压盖(14)内。

2、根据权利要求1所述的微小型光纤光谱仪的结构，其特征在于：光阑(6)工作面与第四槽(8)靠近出口(13)处的侧面共面，或光阑

(6)工作面平行且高于第四槽(8)靠近出口(13)的侧面;入口(10)和第二螺纹孔(11)的两者的轴线共面或异面平行。

3、根据权利要求1所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:在压盖(14)的本体上包括:通孔(18)、第四螺纹孔(19)、狭缝槽(20)、通光孔(21)、凸台(22);通孔(18)、第四螺纹孔(19)和通光孔(21)的轴线相互平行且垂直于压盖(14)的下表面;两个通孔(18)分布于凸台(22)的两侧,且两个通孔(18)的轴线与通光孔(21)的轴线相互平行;四个第四螺纹孔(19)分布于通孔(18)的两侧。

4、根据权利要求1所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:压盖(14)与安装槽(1)采用第二螺纹孔(11)固定连接或镶嵌方式连接,压盖(14)与狭缝(23)采用固定连接或镶嵌连接。

5、根据权利要求1和4所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:狭缝(23)包括凹坑(24)、狭缝孔(25);其中凹坑(24)位于狭缝(23)的中央;狭缝孔(25)位于狭缝(23)的中心线上。

6、根据权利要求5所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:凹坑(24)可以是长方形、正方形、圆形、椭圆形结构。

7、根据权利要求1所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:第一槽(4)、第二槽(5)、第三槽(7)、第四槽(8)的安装面采用方型槽或V型槽。

8、根据权利要求3所述的微小型光纤光谱仪的结构,其特征在于:两个通孔(18)对称或不对称分布于凸台(22)的两侧,且两个通孔(18)的轴线与通光孔(21)的轴线共面或异面。

9、根据权利要求3所述的微小型光纤光谱仪的结构，其特征在于：四个第四螺纹孔(19)对称或不对称分布于通孔(18)的两侧。

10、根据权利要求1和5所述的微小型光纤光谱仪狭缝的制作方法，其特征在于：

a. 首先对狭缝坯体进行氧化，在狭缝坯体上形成二氧化硅层；

b. 对步骤a中有二氧化硅层的狭缝坯体上进行涂胶，然后在狭缝坯体上光刻形成带凹坑图形，则完成带凹坑图形和光刻胶层的狭缝坯体制作；

c. 对步骤b中带图形光刻胶层的狭缝坯体用氢氟酸腐蚀未被光刻胶掩盖保护的二氧化硅层，并将上述光刻胶层去胶，则在狭缝坯体上形成带凹坑图形的二氧化硅层；

d. 对步骤c中的狭缝坯体进行涂胶，在狭缝坯体上光刻形成带狭缝孔图形，则完成带狭缝孔图形和光刻胶层的狭缝坯体制作；

e. 对步骤d中利用电感耦合等离子刻蚀狭缝坯体图形，得到一定深度不通透沟槽的狭缝坯体，或利用湿法腐蚀工艺制作，则完成不通透沟槽的狭缝坯体的制作；

f. 对步骤e中得到的不通透沟槽的狭缝坯体去胶，则完成带有不通透沟槽、凹坑图形和二氧化硅层的狭缝坯体的制作；

g. 对步骤f中不通透沟槽、凹坑图形和二氧化硅层的狭缝坯体利用电感耦合等离子进行刻蚀，从而得到凹坑和狭缝孔，则完成狭缝的制作；或利用湿法腐蚀工艺制作凹坑和狭缝孔，则完成狭缝的制作。

微小型光纤光谱仪的结构及其狭缝的制作方法

技术领域：

本发明属于微光机电系统领域，涉及微小型光纤光谱仪的结构及其狭缝制作方法。

背景技术：

光谱仪是光学仪器的重要组成部分之一，能对物质的结构和成分进行测量和分析的基本设备，具有分析精度高、测量范围大、速度响应快等优点，广泛应用于医学、化学、地质学、物理及天文学等学科的研究中。而现代光谱仪技术开始于二战期间的工业应用。在1940年，Arnold Beckman制作出了叫做Beckman DU的仪器被认为是第一台商业用的紫外——可见光分光光度计。随着其性能的不不断提高、功能的不断完善，仪器的体积也变的笨重庞大，虽然它们可以满足实验室内的精度科学分析的需要，但是在实验室以外的应用将受到限制。

微小型光纤光谱仪的设计由于空间的限制，对于结构的应尽量简单化。但是，对于微小型光纤光谱仪，一些问题就产生了，例如采用透射式准直和成像系统中的色差的影响使得光谱仪器无法得到平直的光谱面，和自准成像系统中则产生二次衍射和多次衍射现象。一旦光谱仪小型化之后就会带来分辨率下降的问题，光学元件及其机构的加工和装配的复杂化。商业用的微小型光纤光谱仪的要求光谱仪必须快速装配，牢固抗震。

发明内容：为了解决背景技术中微小型光纤光谱仪存在二次衍射、多次衍射和分辨率低、空间结构复杂、加工和装配复杂、抗震性差、接口通用性差及机械狭缝不能适用于微小型光纤光谱仪等问题，本发明的目的将要提供一种基于经典 Czerny-Turner 结构的微小型光纤光谱仪的结构及其制作方法。

本发明微小型光纤光谱仪如图所示，包括：在支架本体上有安装槽、第一螺纹孔、第一槽、第二槽、光阑、第三槽、第四槽、台阶面、

入口、第二螺纹孔、第三螺孔、出口、压盖、成像反射镜、准直反射镜、光栅、狭缝；其中在支架本体上的安装槽、第一槽、第二槽、第三槽和第四槽与第一螺纹孔轴线相互平行，并且垂直于支架的上表面；入口的轴线与第二槽的底面相交；第一槽位于安装槽与第二槽之间，且第一槽的底面与出口相对；支架的上表面与下表面相互平行；靠近第二槽的光阑的侧面与第二槽的底面平行，光阑的工作面与第四槽靠近出口处的侧面平行；台阶面与第四槽靠近入口的一个侧面相交；入口和第二螺纹孔两者的轴线相互平行，并且垂直于支架靠近入口的一个侧面；第三槽靠近出口；第三螺孔轴线与出口相互平行，并且垂直于支架靠近出口的一个侧面；成像反射镜的安装面安置在第一槽内，准直反射镜的安装面安置在第二槽内，光栅的安装面安置在第四槽内，由成像反射镜、准直反射镜和光栅三者的工作面形成一个光谱仪的光学系统；压盖安置在安装槽内，狭缝安置在压盖内。

系统原理：光线经引导光纤进入入口，经过狭缝对光线进行控制，使光束宽度按要求的宽度入射到准直反射镜上，准直反射镜把光线准直后入射到光栅上进行分光，分光后的光束再照射到成像反射镜上，成像在出口处。

本发明的优点：采用本发明的支架，其结构紧凑、体积小，本发明采用支架与光学系统形成一体，制造出空间结构简单、集成化的微小型光纤光谱仪。由于本发明光学系统的光学元件采用支架、安装槽和压盖定位，使光学元件准确快速定位和加紧、调节方便、固定牢固，从而使加工和装配简单、抗震性强。由于本发明在支架本体上制备有集成化的光阑，保证消除二次衍射、多级衍射和像差。由于本发明采用的狭缝可以控制入射光光束和遮挡住自然光的入射，在本发明中当采用硅片做材料时，由于利用了本发明的微机械工艺加工，使狭缝的体积微小、价格低廉，解决了机械狭缝不能适用于微小型光纤光谱仪的问题，从而实现了微小型光纤光谱仪的制作，同时可根据入射光光束宽度有不同要求时，可以很容易地实现狭缝更换。光学系统的分辨率受狭缝的宽度的影响，利用本发明中微机械加工工艺加工的硅片狭缝孔的宽度可以从 $1\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$ 之间任意选择，完全满足系统分辨率对狭缝宽度的要求。本发明的支架、光学元件和压盖都可以批量化生

产,采用微机械加工工艺加工的硅片狭缝更是适合批量化生产,本发明的微小型光纤光谱仪的适宜产业化、商业化。本发明的微小型光纤光谱仪在工业和科研等许多领域得到了广泛的应用,如环境检测、医学诊断、化学分析、废水处理、科技农业、军事分析以及工业流程监控等,还可适用于在线光谱检测。

附图说明:

图1 本发明微小型光纤光谱仪支架的结构示意图;

图2 本发明微小型光纤光谱仪入口和出口的结构示意图;

图3 本发明安放光学元件和狭缝后的结构图;也是摘要附图

图4 本发明狭缝的结构示意图;

图5 本发明压盖的结构示意图;

图6 本发明狭缝及压盖的装配示意图;

具体实施方式:

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,但本发明不限于这些实施例。本发明微小型光纤光谱仪支架及其相关元件如附图1、图2、图3、图4、图5、图6所示,包括安装槽1、支架2、第一螺纹孔3、第一槽4、第二槽5、光阑6、第三槽7、第四槽8、台阶面9、入口10、第二螺纹孔11、第三螺孔12、出口13、压盖14、成像反射镜15、准直反射镜16、光栅17、狭缝23。

支架2选用金属材料,采用高精度的线切割加工制成。在支架2本体上的安装槽1、第一槽4、第二槽5、第三槽7和第四槽8的宽度、深度可根据光学元件的安装面确定;第一槽4的底面与支架2相近的侧面有一定角度、第二槽5的底面和第一槽4的底面有一定的角度、第四槽8的底面和第一槽4底面有一定角度要求,从而保证光谱仪光学系统的正常工作。

第一槽4的底面与出口13相对放置,使光栅17衍射后的光汇聚成像在出口13处;靠近第二槽5的光阑6的侧面与第二槽5的底面平行或相交,光阑6工作面与第四槽8靠近出口13处的侧面共面,或光阑6工作面平行且高于第四槽8靠近出口13的侧面;入口10和第二螺纹孔11的两者的轴线共面或异面平行;入口10用来引导光纤,可以保证光纤沿着固定的方向进入。

压盖 14 选用金属材料或非金属材料,采用机械加工的方法制成。在压盖 14 的本体上包括:通孔 18、第四螺纹孔 19、狭缝槽 20、通光孔 21、凸台 22;压盖 14 其中通孔 18、第四螺纹孔 19 和通光孔 21 的轴线相互平行且垂直于压盖 14 的下表面;两个通孔 18 分布于凸台 22 的两侧,且两个通孔 18 的轴线与通光孔 21 的轴线相互平行;四个第四螺纹孔 19 分布于通孔 18 的两侧,在四个第四螺纹孔 19 中拧入四个螺钉与安装槽 1 接触,通孔 18 和第二螺纹孔 11 通过螺钉连接,压盖的前后位置的调整是通过用螺钉穿过第二螺纹孔 11、通孔 18、第四螺纹孔 19 配合调整来实现的。

压盖 14 与安装槽 1 可以采用第二螺纹孔 11 固定连接或镶嵌方式连接,压盖 14 与狭缝 23 可以采用固定连接或镶嵌连接;当压盖 14 与安装槽 1 可以采用第二螺纹孔 11 固定方式时,在四个第四螺纹孔 19 中拧入四个螺钉与安装槽 1 接触,通孔 18 和第二螺纹孔 11 通过螺钉连接;当压盖 14 与安装槽 1 可以采用镶嵌方式连接时,就是将 V 形压盖 14 与 V 形安装槽 1 镶嵌连接。

压盖 14 与狭缝 23 可以采用固定连接或镶嵌连接,当压盖 14 的狭缝槽 20 与狭缝 23 采用配合固定连接时,通过 502 胶或高性能结构 AB 胶等粘合剂粘合在压盖 14 上,拆卸狭缝时,只需要用丙酮浸泡 2-3 分钟就把狭缝 21 从压盖 14 上拆卸下来,当压盖 14 与狭缝 23 采用镶嵌连接,就是将 V 形狭缝槽 20 与 V 形狭缝 23 镶嵌连接。

狭缝 23 包括凹坑 24、狭缝孔 25;其中凹坑 24 位于狭缝 23 的中央;狭缝孔 25 位于狭缝 23 的中心线上。狭缝孔的宽度可以从 $1\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$,可根据光谱仪系统分辨率来选择,例如:当光谱仪系统要求高分辨率,可选用 $1\mu\text{m}$,当光谱仪系统对分辨率要求低,且要求进入光谱仪系统的光强强时,采用 $100\mu\text{m}$,当光谱仪系统对分辨率和光强都适中时采用 $50\mu\text{m}$ 。凹坑 24 可以是长方形、正方形、圆形、椭圆形结构。

第一槽 4、第二槽 5、第三槽 7、第四槽 8 的安装面采用方型槽或 V 型槽,当第一槽 4、第二槽 5、第三槽 7、第四槽 8 采用方型槽时,成像反射镜 15、准直反射镜 16、光栅 17 的连接方式可以通过 502 胶或高性能结构 AB 胶等粘合剂固定连接;或当第一槽 4、第二槽

5、第三槽 7、第四槽 8 采用 V 型槽时，成像反射镜 15、准直反射镜 16、光栅 17 的连接方式镶嵌连接，这样就可以保证光谱仪系统的抗震性。成像反射镜 15 和准直反射镜 16 可以采用球面凹面、非球面反射镜结构，在 K9 玻璃衬底上研磨后再在其表面镀一层 0.5mm 铝。光栅 17 可以采用机械刻划光栅或全息光栅。

两个通孔 18 对称或不对称分布于凸台 22 的两侧，且两个通孔 18 的轴线与通光孔 21 的轴线共面或异面。

四个第四螺纹孔 19 对称或不对称分布于通孔 18 的两侧。

狭缝 23 如附图 4 所示，采用硅材料，本发明狭缝的制备方法是：

a. 首先对狭缝坯体进行氧化，在狭缝坯体上形成二氧化硅层；

b. 对步骤 a 中有二氧化硅层的狭缝坯体上进行涂胶，然后在狭缝坯体上光刻形成带凹坑 24 图形，则完成带凹坑 24 图形和光刻胶层的狭缝坯体制作；

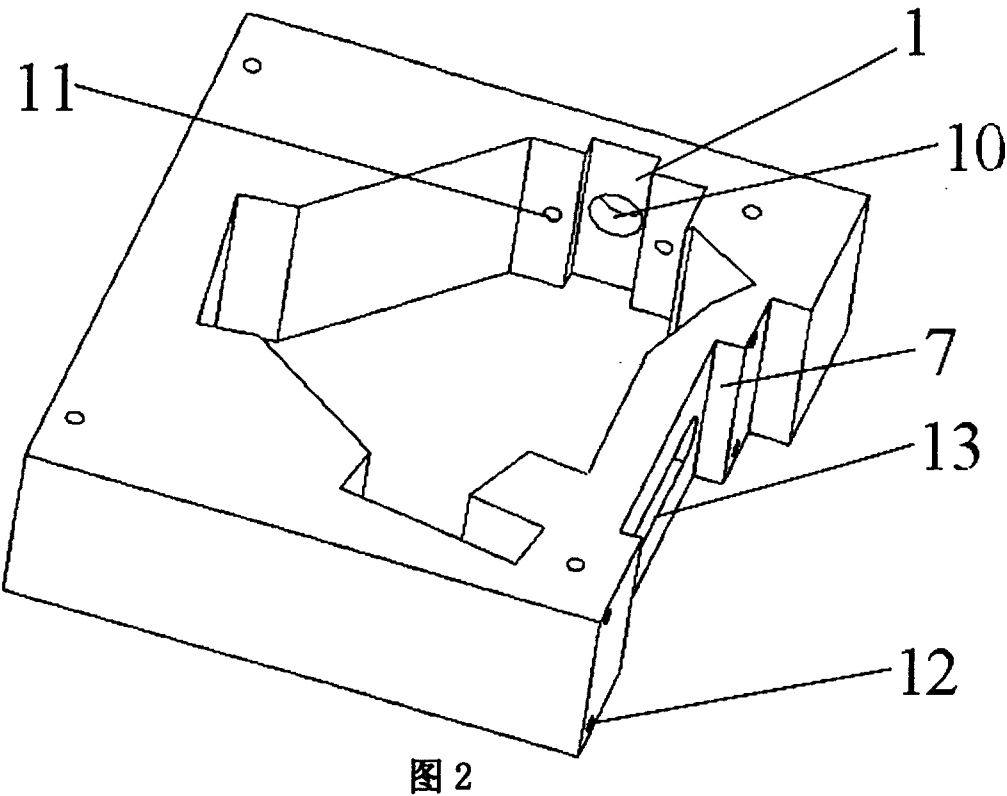
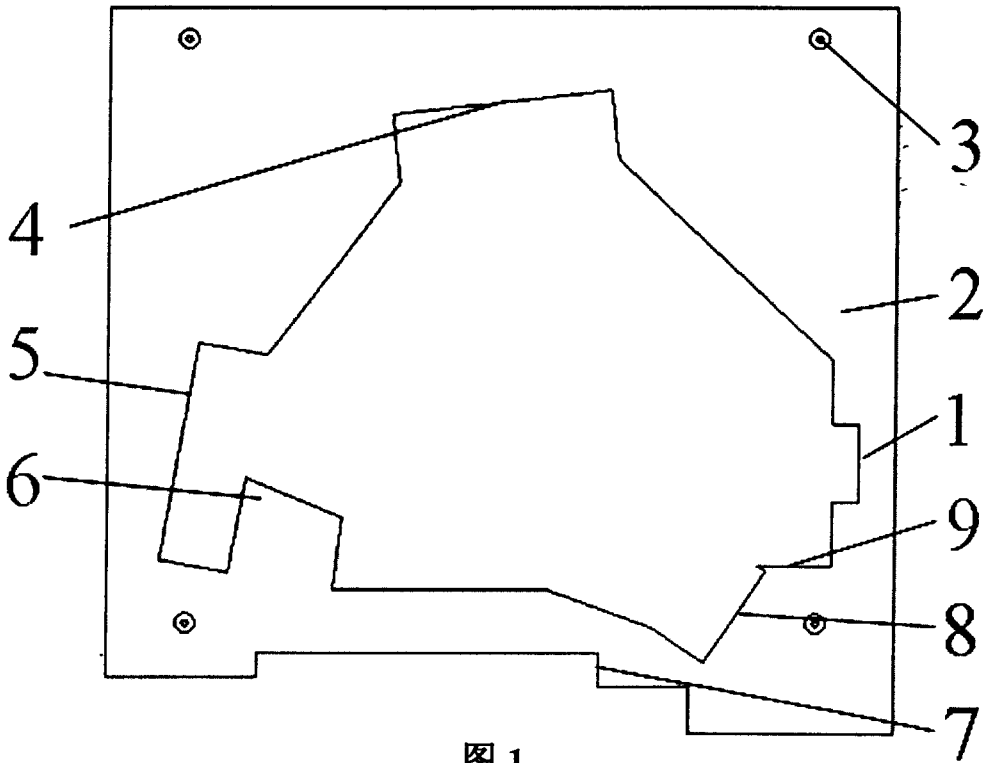
c. 对步骤 b 中带图形光刻胶层的狭缝坯体用氢氟酸腐蚀未被光刻胶掩盖保护的二氧化硅层，并将上述光刻胶层去胶，则在狭缝坯体上形成带凹坑 24 图形的二氧化硅层；

d. 对步骤 c 中的狭缝坯体进行涂胶，在狭缝坯体上光刻形成带狭缝孔图形，则完成带狭缝孔图形和光刻胶层的狭缝坯体制作；

e. 对步骤 d 中利用电感耦合等离子刻蚀（ICP）狭缝坯体图形，得到一定深度不通透沟槽的狭缝坯体，或利用湿法腐蚀工艺制作，则完成不通透沟槽的狭缝坯体的制作；

f. 对步骤 e 中得到的不通透沟槽的狭缝坯体去胶，则完成带有不通透沟槽、凹坑 24 图形和二氧化硅层的狭缝坯体的制作；

g. 对步骤 f 中不通透沟槽、凹坑 24 图形和二氧化硅层的狭缝坯体利用电感耦合等离子进行刻蚀（ICP），从而得到凹坑 24 和狭缝孔 25，则完成狭缝的制作；或利用湿法腐蚀工艺制作凹坑 24 和狭缝孔 25，则完成狭缝的制作。



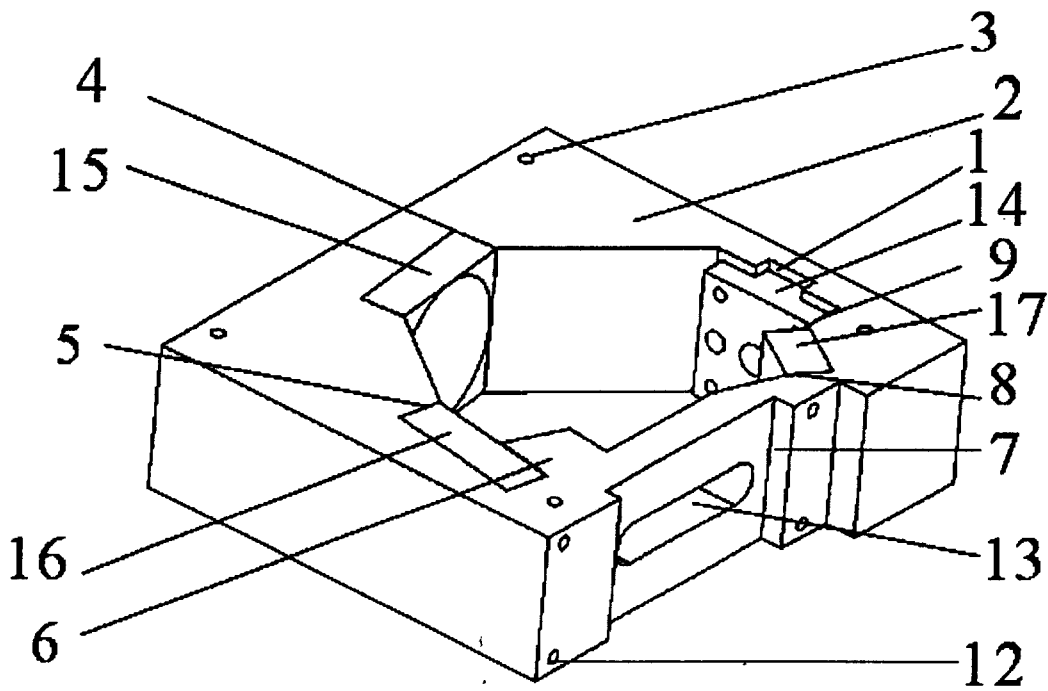


图 3

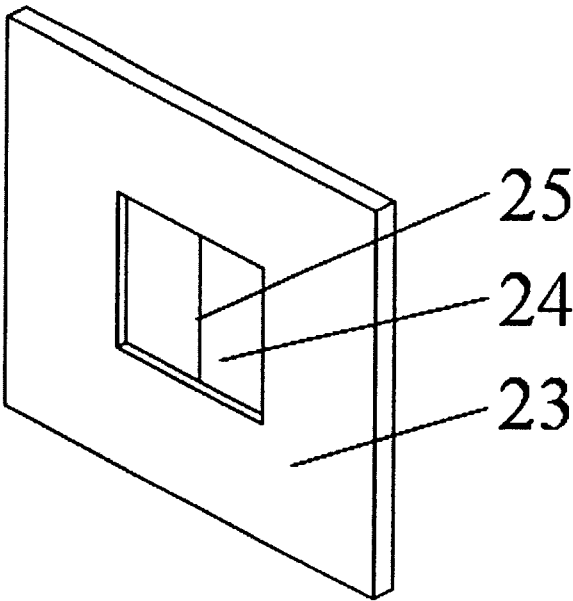


图 4

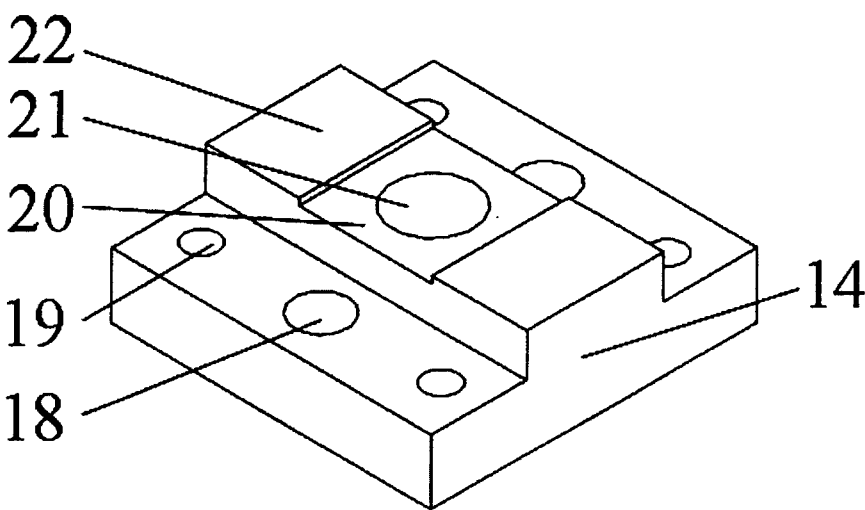


图 5

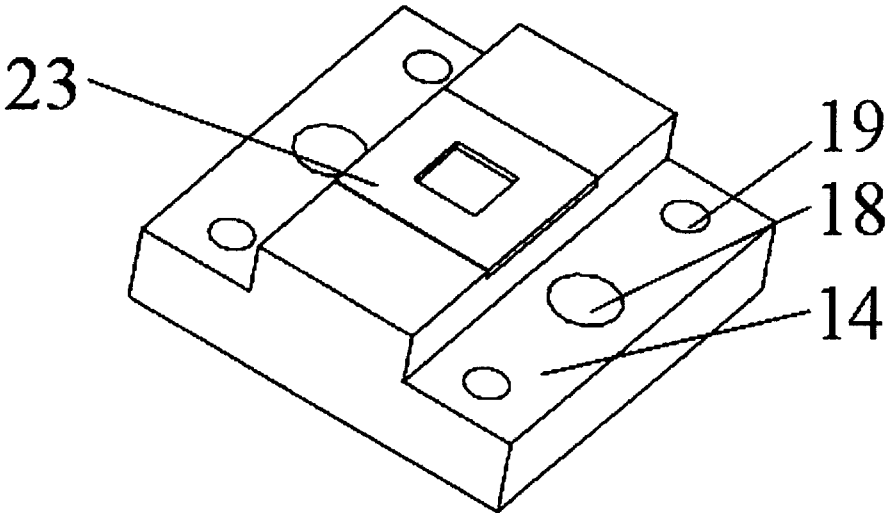


图 6