



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216645781 U

(45) 授权公告日 2022. 05. 31

(21) 申请号 202123166992.X

(22) 申请日 2021.12.16

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 韩宁 曹进文 黄河激

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.

G01M 9/06 (2006.01)

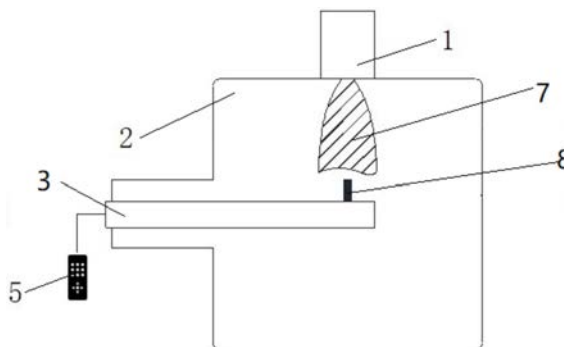
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种构型实体保形烧蚀测试装置

(57) 摘要

本实用新型的一种构型实体保形烧蚀测试装置,包括包括电弧风洞、平移台和等离子体发生器,所述平移台设置在所述电弧风洞内且能够水平移动,所述构型实体放置在所述平移台上,所述等离子体发生器设置在所述电弧风洞的一端并向所述电弧风洞内垂直正对所述构型实体的位置喷射等离子体射流,所述电弧风洞与所述等离子体射流共同模拟飞行器飞行过程中的迎面环境。利用测试装置来测试构型实体在模拟环境中的减阻防热效果,从而以便于更好的运用到飞行器的实际飞行运用中。



1. 一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,包括电弧风洞(2)、平移台(3)和等离子体发生器(1),所述平移台(3)设置在所述电弧风洞(2)内且能够水平移动,所述构型实体(8)放置在所述平移台(3)上,所述等离子体发生器(1)设置在所述电弧风洞(2)的一端并向所述电弧风洞(2)内垂直正对所述构型实体(8)的位置喷射等离子体射流(7),所述电弧风洞(2)与所述等离子体射流(7)共同模拟飞行器飞行过程中的迎面环境。

2. 根据权利要求1所述的一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,所述等离子体发生器(1)的喷口为喷管结构,所述等离子体发生器(1)通过所述喷管结构正对所述构型实体(8)形成稳定的等离子体射流(7),所述电弧风洞(2)的侧部向外凸起延伸设置有平移置物腔(12),所述平移置物腔(12)的外端口设置有用于密封电弧风洞(2)的真空法兰(6),所述平移置物腔内设置有供平移台(3)轴向滑动的平移滑轨(10),且平移滑轨(10)端部与平移台控制线缆(4)连接。

3. 根据权利要求2所述的一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,所述构型实体(8)为石磨棒柱体,或具有尖端部的石磨棒,且所述石磨棒的尖端部正对所述等离子体射流(7),所述平移台(3)延伸至电弧风洞内(2)的自由端部设置有安装件,所述安装件的内径和石墨棒柱体的外径相互适配。

4. 根据权利要求3所述的一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,在所述电弧风洞(2)水平方向的一端延伸设置有平移置物腔(12),所述平移置物腔(12)具有连接外部的腔口(13),所述腔口(13)通过真空法兰(6)密封;

所述平移台(3)包括样品台(11)、平移滑轨(10)和控制电机(5),所述平移滑轨(10)设置在所述平移置物腔(12)内,所述控制电机(5)设置在所述平移置物腔(12)外,所述样品台(11)位于所述平移置物腔(12)内的端部通过线缆穿过所述真空法兰(6)连接所述控制电机(5),且所述样品台(11)位于所述平移置物腔(12)内的部分螺接在所述平移滑轨(10)上,所述样品台(11)在所述控制电机(5)的动力下在所述平移滑轨(10)上水平移动,所述样品台(11)远离所述平移置物腔(12)一端的侧面用于放置所述构型实体(8)。

5. 根据权利要求4所述的一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,所述样品台(11)的表面中心处开设有限位槽(9),所述限位槽(9)的内腔安装有放置座(14),所述放置座(14)的内腔中心处开设与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,所述样品台(11)的侧壁设置有用与平移台(3)上的螺纹孔(15),所述构型实体(8)通过设置在所述样品台(11)上的放置座(14)固定在所述样品台(11)上,所述限位槽(9)沿着朝向所述等离子体发生器(1)的方向凸起延伸设置为中空圆柱筒体结构。

6. 根据权利要求4所述的一种构型实体保形烧蚀测试装置,其特征在于,所述样品台(11)的表面中心处开设有限位槽(9),所述限位槽(9)的内腔安装有放置座(14),所述放置座(14)的内腔中心处开设与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,所述样品台(11)的侧壁设置有用与平移台(3)上的螺纹孔(15),所述构型实体(8)通过设置在所述样品台(11)上的放置座(14)固定在所述样品台(11)上,所述限位槽(9)沿着背向所述等离子体发生器(1)的方向凹陷设置为中空圆柱筒体结构。

一种构型实体保形烧蚀测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于气动防热测试装置技术领域,具体涉及一种构型实体保形烧蚀测试装置。

背景技术

[0002] 高超声速飞行器迎风飞行过程中不断猛烈地压缩其前面的空气,在飞行器的前方形成一个强激波。对于高超声速飞行器而言,强激波带来严峻的热、力负载问题,会致使飞行器表面材料刚度大幅下降,材料强度减弱,提升飞行器内温度,危害精密仪器和设备等,许多材料和结构无法承受气动加热的影响。因此,高超声速飞行器设计中必须重视飞行器在迎风飞行时激波带来的波阻和热流的问题,考虑其产生的影响,根据具体的要求,通过控制真空室背压、实验的流量模拟所需要的环境的压力。

[0003] 通过在飞行器前端凸出设置构型实体,所述构型实体采用具有热升华特性并能够保型烧蚀的材料制备而成,所述构型实体能够在飞行器飞行过程中被激波烧蚀成尖锐状结构并保持,以将激波转变为锥形激波来减小对飞行器的激波阻力,减小飞行器表面整体承载的热流,通过构型实体保型烧蚀改进飞行器气动防热的技术。在实验中发现,采用具有热升华特性的石墨钝头体在典型烧蚀条件下可以烧成非常尖锐的构型,并且在整个烧蚀期间保持该构型,可以用于改进飞行器气动防热技术,因此需要对构型实体进行测试,这就需要设计一种测试装置进行测试。

[0004] 风洞测试是研究材料在近真实飞行环境下力学特性的重要手段。采用小型等离子体风洞,可长时间稳定获得高能流密度的等离子体射流,适宜于模拟材料壁面处的高焓流动。小型的等离子体风洞对于在小试样上模拟材料表面的局部特征热环境,开展材料烧蚀特性研究则具有独特的优势:它操作相对简便、运行成本较低、可控性好,可有针对性地进行批量材料高温烧蚀特性检验,为材料的大规模筛选提供依据,适宜于开展材料高温性能演化机理研究;其改造和维护成本低,便于根据任务需求及时调整模拟环境,用于探索新的材料测试条件,并可为完善或建设新型大型风洞提供参考。

实用新型内容

[0005] 为此,本实用新型实施例提供一种构型实体保形烧蚀测试装置,以解决现有技术中飞行器在迎风飞行时激波带来的波阻和热流的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本实用新型实施例提供如下技术方案。

[0007] 一种构型实体保形烧蚀测试装置,包括包括电弧风洞、平移台和等离子体发生器,所述平移台设置在所述电弧风洞内且能够水平移动,所述构型实体放置在所述平移台上,所述等离子体发生器设置在所述电弧风洞的一端并向所述电弧风洞内垂直正对所述构型实体的位置喷射等离子体射流,所述电弧风洞与所述等离子体射流共同模拟飞行器飞行过程中的迎面环境。

[0008] 进一步的,所述等离子体发生器的喷口的喷管结构,所述等离子体发生器通过所

述喷管结构正对所述构型实体形成稳定的等离子体射流,所述电弧风洞的侧部向外凸起延伸设置有平移置物腔,所述平移置物腔的外端口设置有用于密封电弧风洞的真空法兰,所述平移置物腔内设置有供平移台轴向滑动的平移滑轨,且平移滑轨端部与平移台控制线缆连接。

[0009] 具体的,所述构型实体为石磨棒柱体,或具有尖端部的石磨棒,且所述石磨棒的尖端部正对所述等离子体射流,所述平移台延伸至电弧风洞内的自由端部设置有安装件,所述安装件的内径和石墨棒柱体的外径相互适配。

[0010] 更进一步的,所述电弧风洞的侧部向外凸起延伸设置有平移置物腔,所述平移置物腔的外端口设置有用于密封电弧风洞的真空法兰,所述平移置物腔内设置有供平移台轴向滑动的平移滑轨,且平移滑轨端部与平移台控制线缆连接。

[0011] 在所述电弧风洞水平方向的一端延伸设置有平移置物腔,所述平移置物腔具有连接外部的腔口,所述腔口通过真空法兰密封;

[0012] 所述平移台包括样品台、平移滑轨和控制电机,所述平移滑轨设置在所述平移置物腔内,所述控制电机设置在所述平移置物腔外,所述样品台位于所述平移置物腔内的端部通过线缆穿过所述真空法兰连接所述控制电机,且所述样品台位于所述平移置物腔内的部分设置在所述平移滑轨上,所述样品台在所述控制电机的动力下在所述平移滑轨上水平移动,所述样品台远离所述平移置物腔一端的侧面用于放置所述构型实体。

[0013] 进一步的,所述样品台的表面中心处开设有限位槽,所述限位槽的内腔安装有放置座,所述放置座的内腔中心处开设有与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,所述样品台的侧壁设置有用于与平移台上的螺纹孔,所述构型实体通过设置在所述样品台上的放置座固定在所述样品台上,所述限位槽沿着朝向所述等离子体发生器的方向凸起延伸设置为中空圆柱筒体结构。

[0014] 进一步的,所述样品台的表面中心处开设有限位槽,所述限位槽的内腔安装有放置座,所述放置座的内腔中心处开设有与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,所述样品台的侧壁设置有用于与平移台上的螺纹孔,所述构型实体通过设置在所述样品台上的放置座固定在所述样品台上,所述限位槽沿着背向所述等离子体发生器的方向凹陷设置为中空圆柱筒体结构。

[0015] 本实用新型的有益效果为:

[0016] 模拟高超声速飞行器在飞行过程中的受热环境,利用测试装置测试构型实体保型烧蚀的效果,构型实体将弓形激波转变为锥形激波,这样构型实体前方近似正激波范围减小,由于斜激波的波阻要比正激波小,因此达到减热的效果,从而更好的将构型实体运用到实际的飞行器飞行中。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本实用新型的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0018] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供

熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本实用新型可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本实用新型所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本实用新型所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。

[0019] 图1为本实用新型中的整体结构示意图;

[0020] 图2为本实用新型中控制平移台平移的整体结构示意图;

[0021] 图3为本实用新型中限位槽凸起时样品台结构示意图;

[0022] 图4为本实用新型中限位槽凹陷时样品台结构示意图;

[0023] 其中,1、等离子体发生器;2、电弧风洞;3、平移台;4、平移台控制线缆;5、控制电机;6、真空法兰;7、等离子体射流;8、构型实体;9、限位槽;10、平移滑轨;11、样品台;12、平移置物腔;13、腔口;14、放置座;15、螺纹孔。

具体实施方式

[0024] 以下由特定的具体实施例说明本实用新型的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本实用新型的其他优点及功效,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0025] 如图1所示,测试装置包括包括电弧风洞2、平移台3和等离子体发生器1,平移台3设置在电弧风洞2内且能够水平移动,构型实体8放置在平移台3上,等离子体发生器1设置在电弧风洞2的一端并向电弧风洞2内垂直正对构型实体8的位置喷射等离子体射流7,电弧风洞2与等离子体射流7共同模拟飞行器飞行过程中的迎面环境。

[0026] 电弧风洞2喷射等离子体射流7作用于构型实体8的正面,要先在电弧风洞2中形成稳定的等离子体射流,然后通过样品台将石墨棒移动到等离子体射流的中心进行烧蚀实验,平移台左右移动的主要目的即是送入石墨棒柱体进入稳定的等离子体射流中,平移台3驱动构型实体8左右移动,从而调整石墨棒柱体的位置,通过等离子体发生器1形成稳定等离子体射流7并喷射作用于石墨棒柱体的不同位置上,石墨棒柱体在等离子射流中进行烧蚀实验,在受到强激波时构型实体8的头部被烧蚀成尖锐外形的鼻锥,通过鼻锥将弓形激波转变为锥形激波,从而观察石墨棒柱体在不同角度的烧灼情况,进而提高实验的严谨性。

[0027] 具体地,如图1与2所示,等离子体发生器1的喷口为喷管结构,喷管结构为典型的拉瓦尔喷管结构,中间区域为喉道区,喷管的主要目的是为了形成高速的等离子体射流,本测试实验中直流电弧等离子体发生器产生射流可以稳定维持长达30min以上,射流处于层流状态,等离子体发生器1通过喷管结构正对构型实体8形成稳定的等离子体射流。

[0028] 进一步地,如图1与2所示,构型实体8为石墨棒柱体,或具有尖端部的石墨棒,且石墨棒的尖端部正对等离子体射流,平移台3延伸至电弧风洞内2的自由端部设置有限位槽9,限位槽9内径和石墨棒柱体的外径相互适配。

[0029] 由于平移台3与石墨棒柱体的底部均为平面结构,石墨棒柱体放置在样品平台3上不稳定易发生晃动,从而影响实验结果,通过限位槽9使石墨棒柱体与样品平台3固定,以下进一步的提供一种限位槽9的实施例。

[0030] 具体地,如图4所示,样品台11的表面中心处开设有限位槽9,限位槽9的内腔安装有放置座14,放置座14的内腔中心处开设有与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,样品台11的侧壁设置有用与与平移台3上的螺纹孔15,构型实体8通过设置在样品台11上的放置座14固定在样品台11上,限位槽9沿着朝向等离子体发生器1的方向凸起延伸设置为中空圆柱筒体结构。

[0031] 本实施例中,如图3所示,样品台11的表面中心处开设有限位槽9,限位槽9的内腔安装有放置座14,放置座14的内腔中心处开设有与墨棒柱体的外径相互适配孔槽,样品台11的侧壁设置有用与与平移台3上的螺纹孔15,构型实体8通过设置在样品台11上的放置座14固定在样品台11上,限位槽9沿着背向等离子体发生器1的方向凹陷设置为中空圆柱筒体结构。

[0032] 限位槽9朝向设置的不同也能够起到对构型实体8的固定效果。

[0033] 在本实施例中由于平移台3是在外力的驱动下进行移动的,因此需要控制机构进行控制,从而达到自动化的效果。

[0034] 如图2所示,电弧风洞2的侧部向外凸起延伸设置有平移置物腔12,平移置物腔的外端口设置有用与密封电弧风洞2的真空法兰6,平移置物腔12内设置有供平移台3轴向滑动的平移滑轨10,且平移滑轨10端部与平移台控制线缆4连接。

[0035] 具体地,在电弧风洞2水平方向的一端延伸设置有平移置物腔12,平移置物腔12具有连接外部的腔口13,腔口13通过真空法兰6密封,其中,腔口13是用专门的真空法兰器件中间做成的穿孔,可以把线缆穿过,真空件与法兰之间用真空卡箍卡紧,从而提高整体的密封性,平移台3包括样品台11、平移滑轨10和控制电机5,平移滑轨10设置在平移置物腔12内,控制电机5设置在平移置物腔12外,样品台11位于平移置物腔12内的端部通过线缆穿过真空法兰6连接控制电机5,且样品台11位于平移置物腔12内的部分设置在平移滑轨10上,样品台11在控制电机5的动力下在平移滑轨10上水平移动,样品台11远离平移置物腔12一端的侧面用于放置构型实体8。

[0036] 通过控制电机5控制样品台11相对于等离子体射流7左右移动,通过等离子体发生器1形成稳定等离子体射流7并喷射作用于石墨棒柱体的不同位置上,石墨棒柱体在等离子体射流中进行烧蚀实验。

[0037] 测试原理:开启等离子体发生器1,通过等离子体发生器1形成稳定等离子体射流7;将不同类型的石墨棒柱体置于电弧风洞2中的平移台3上,通过电机控制平移台3将石墨棒柱体送入在等离子体射流中进行烧蚀实验;通过平移台3调整石墨棒柱体相对于等离子体射流7的位置,在供入气体为氮气+氧气或空气的情况时,石墨棒柱体的头部被烧蚀成尖锐的外形。

[0038] 以上并非是对本实用新型的限制,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型实质范围的前提下,还可以做出若干变化、改型、添加或替换,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

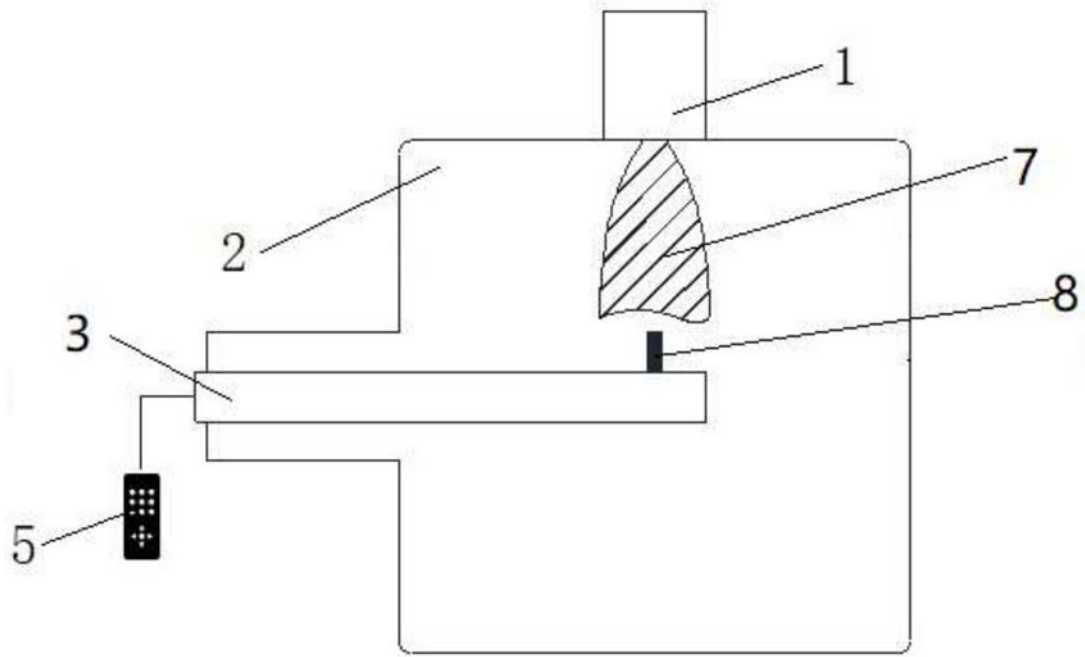


图1

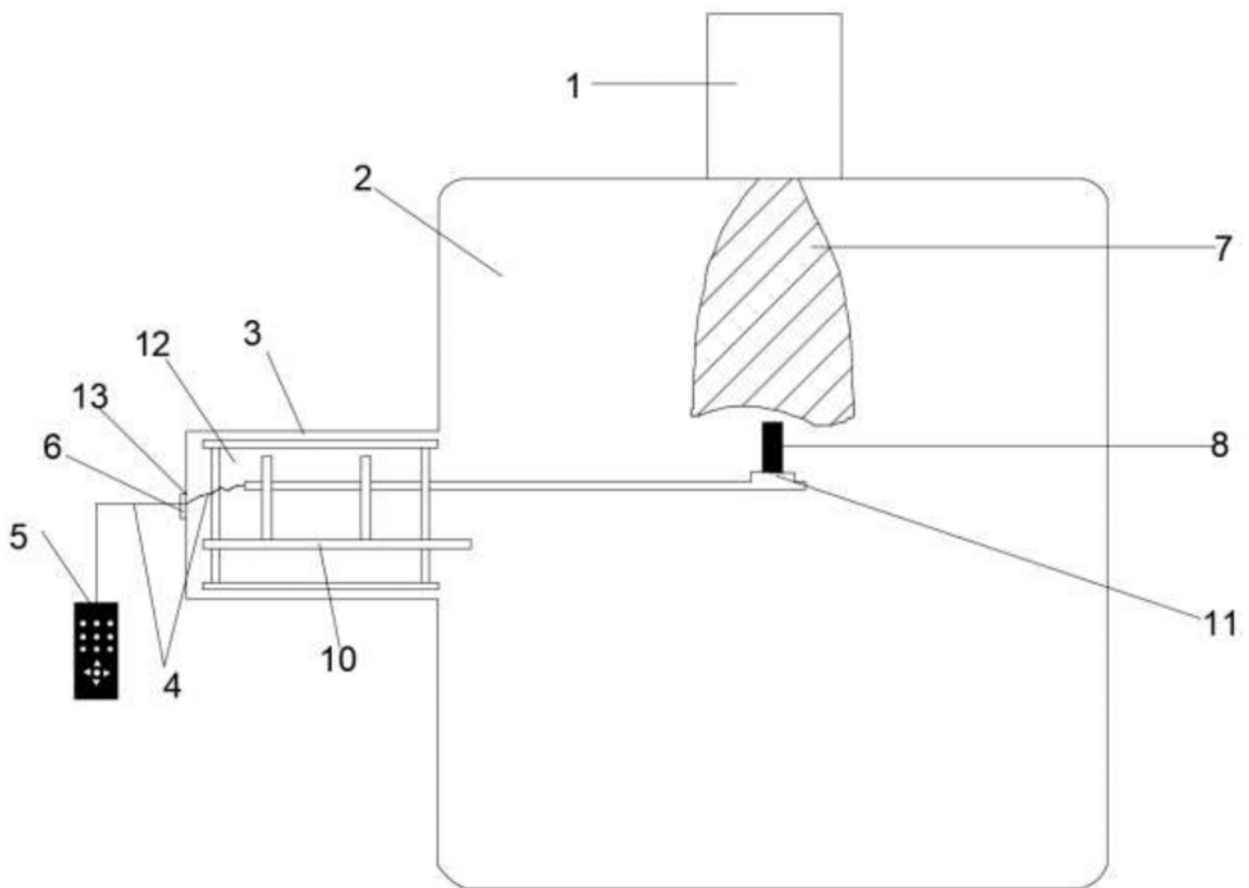


图2

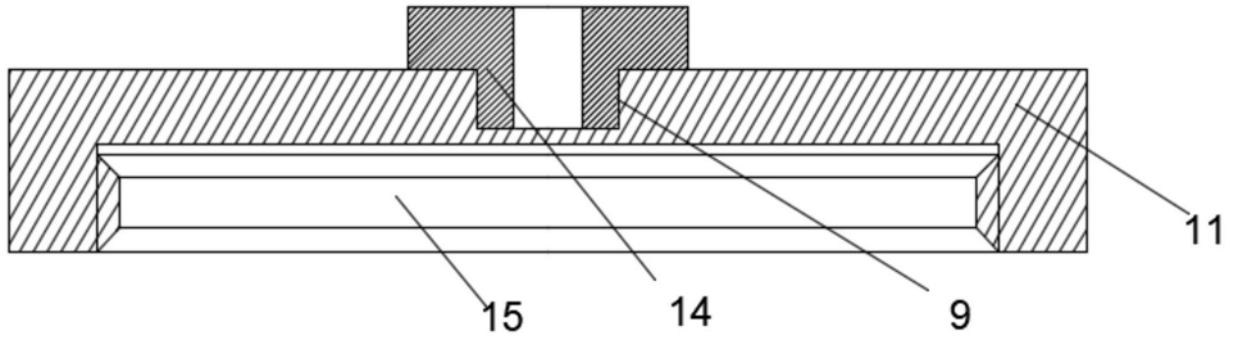


图3

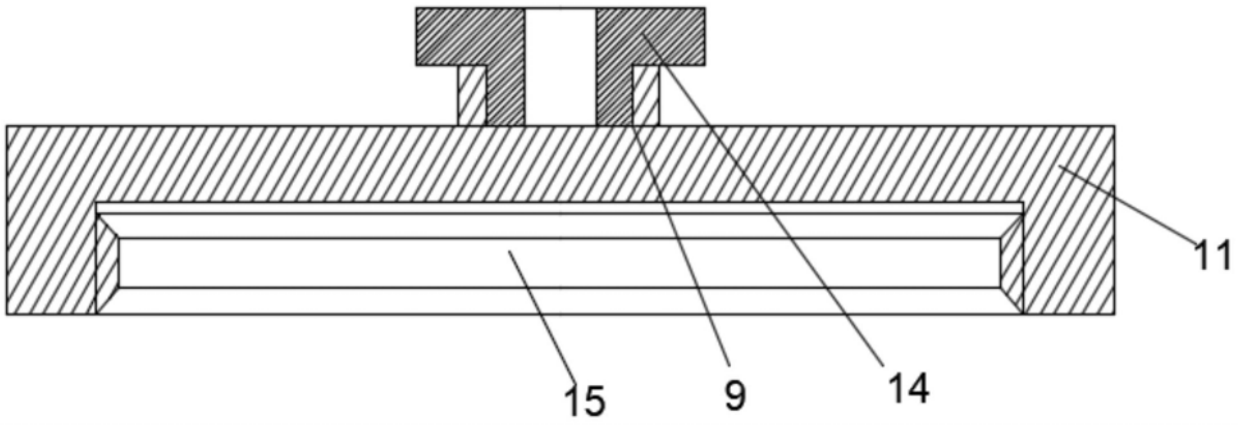


图4