



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206696100 U

(45)授权公告日 2017.12.01

(21)申请号 201720107307.0

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2017.01.24

(73)专利权人 中广核研究院有限公司

地址 518031 广东省深圳市福田区上步中路西深圳科技大厦15层(1502-1504、1506)

专利权人 中国广核集团有限公司
中国广核电力股份有限公司

(72)发明人 龚星 刘彤 李锐 刘洋 任啟森
薛佳祥 李雷 黄恒 严俊

(74)专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务所(普通合伙) 44314

代理人 林俭良 王少虹

(51)Int.Cl.

G01N 3/18(2006.01)

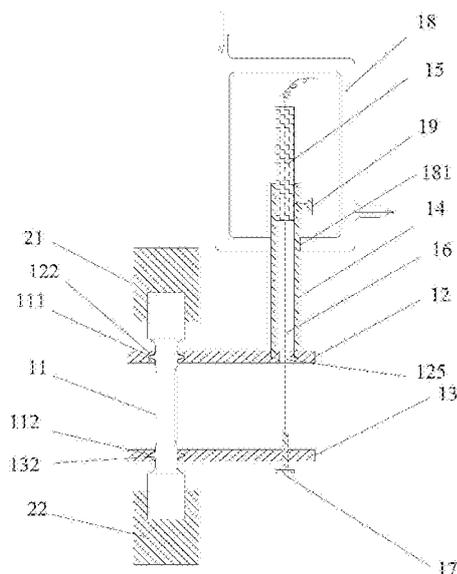
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量装置及系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种疲劳应变测量装置及系统。该装置可适用于在高温液态金属介质中对测试样进行测量,其特征在于,疲劳应变测量装置包括分开固定连接在测试样的标距之间的第一横梁支架和第二横梁支架,在第一横梁支架上固定安装的安装架,固定安装在安装架上的位移传感器,以及一端与位移传感器连接、另一端与第二横梁支架固定连接的延伸杆。通过第一横梁支架和第二横梁支架直接将测试样的变形位移量传递至位移传感器,进而可以直接得到测量数据,无需对测量数据进行多次繁琐校正,测量稳定性、精度和可靠度与材料种类、温度和液态金属流速等外部因素无直接依赖关系,能适应多种复杂试验环境的测量要求,具有测量精度高、稳定性高的优点。



1. 一种疲劳应变测量装置,可适用于在高温液态金属介质中对测试样进行测量,其特征在于,所述疲劳应变测量装置包括分开固定连接在所述测试样的标距之间的第一横梁支架和第二横梁支架,在所述第一横梁支架上固定安装的安装架,固定安装在所述安装架上的位移传感器,以及一端与所述位移传感器连接、另一端与所述第二横梁支架固定连接的延伸杆;

所述第一横梁支架和第二横梁支架在所述测试样长度方向的距离与所述测试样的标距距离基本相等。

2. 根据权利要求1所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述测试样、第一横梁支架和第二横梁支架浸没在高温液态金属介质中;并且,所述位移传感器由所述安装架支撑位于所述高温液态金属介质外。

3. 根据权利要求1或2所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述第一横梁支架与所述测试样之间、所述第二横梁支架与所述测试样之间分别设有第一固定连接结构和第二固定连接结构。

4. 根据权利要求3所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述第一固定连接结构包括在所述测试样上设置的第一环形凸起、第一开合件、以及将所述第一开合件可开合固定于所述第一横梁支架端部的第一锁紧机构;所述第一开合件与所述第一横梁支架端部设有供所述测试样通过的第一开孔,所述第一开孔的侧壁设有与所述第一环形凸起配合的第一环形槽;

所述第二固定连接结构包括在所述测试样上设置的第二环形凸起、第二开合件、以及将所述第二开合件可开合固定于所述第二横梁支架端部的第二锁紧机构;所述第二开合件与所述第二横梁支架端部设有供所述测试样通过的第二开孔,所述第二开孔的侧壁设有与所述第二环形凸起配合的第二环形槽。

5. 根据权利要求1或2所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述安装架的第一端与所述第一横梁支架固定连接,所述位移传感器安装在所述安装架的第二端;所述安装架的第一端浸没在高温液态金属介质中,所述安装架的第二端远离所述高温液态金属介质。

6. 根据权利要求5所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述安装架为中空不锈钢支撑管;所述位移传感器插入安装在所述支撑管的第二端;

所述第一横梁支架与所述支撑管的第一端对应的位置开设有穿孔;所述延伸杆自所述穿孔插入所述支撑管内,并连接至所述位移传感器。

7. 根据权利要求6所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述位移传感器通过紧固螺钉可调固定安装在所述支撑管中。

8. 根据权利要求1或2所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述延伸杆的另一端通过微调螺杆固定安装在所述第二横梁支架上。

9. 根据权利要求1或2所述的疲劳应变测量装置,其特征在于,所述位移传感器的外围还设有用于降低所述位移传感器所处环境温度的冷却箱。

10. 一种适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量系统,其特征在于,包括测试样、分别固定连接所述测试样两端的第一夹具和第二夹具、带动所述第一夹具和第二夹具沿所述测试样长度方向相对移动的驱动装置、以及与所述测试样连接的疲劳应变测量装置;

疲劳应变测量装置包括分开固定连接在所述测试样两端的第一横梁支架和第二横梁

支架,在所述第一横梁支架上固定安装的安装架,固定安装在所述安装架上的位移传感器,以及一端与所述位移传感器连接、另一端与所述第二横梁支架固定连接的延伸杆;

所述第一横梁支架和第二横梁支架在所述测试样长度方向的距离与所述测试样的标距距离基本相等。

11.根据权利要求10所述的疲劳应变测量系统,其特征在于,所述测试样、第一横梁支架和第二横梁支架浸没在高温液态金属介质中;并且,所述位移传感器由所述安装架支撑位于所述高温液态金属介质外。

适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量装置及系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及疲劳测试领域,尤其涉及一种适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量装置及系统。

背景技术

[0002] 随着我国不断深化核电发展战略,在可预见的未来,我国核电站每年产生的放射性核废料数量也将迅速增加,因而核废料的有效处理也将是我国核电可持续发展过程中必须解决的重要科学与工程问题。

[0003] 加速器驱动核嬗变技术是目前世界上公认的核废料处理最有效的技术途径之一。该类型反应堆采用液态铅铋合金做冷却剂。结构材料与液态铅铋冷却剂之间的相容性是反应堆安全运行的重要前提。其中,结构材料在铅铋冷却剂介质中的低周疲劳性能是相容性评价的重要对象。

[0004] 高能质子束能量波动和冷却剂温度起伏等因素均可在相关反应堆结构件中形成周期热应力,并与液态铅铋介质耦合造成环境促进疲劳损伤与开裂问题。特别地,液态金属脆化是结构材料在液态金属冷却剂介质中的一种重要性能退化现象,可大大降低结构材料的低周疲劳寿命。因而,液态铅铋冷却剂对结构材料低周疲劳性能的影响是液态铅铋冷却反应堆安全设计不可或缺的重要考量。

[0005] 通常,低周疲劳测试采用应变控制,因而需要精确测量试样的变形量。但是,液态铅铋是一种高温、腐蚀性、可导电且不透明的重金属介质,这些特性使传统常用的应变测量技术,比如电阻应变片式引伸计,无法得到有效应用。为了给铅铋冷却反应堆的结构材料选型和安全设计,提供可靠的低周疲劳数据,开发新的应变测量技术是非常有必要的。

实用新型内容

[0006] 本实用新型要解决的技术问题在于,提供一种结构简单、可简化测量过程的适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量装置及系统。

[0007] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:本实用新型提供一种疲劳应变测量装置,可适用于在高温液态金属介质中对测试样进行测量,所述疲劳应变测量装置包括分开固定连接在所述测试样的标距之间的第一横梁支架和第二横梁支架,在所述第一横梁支架上固定安装的安装架,固定安装在所述安装架上的位移传感器,以及一端与所述位移传感器连接、另一端与所述第二横梁支架固定连接的延伸杆;

[0008] 所述第一横梁支架和第二横梁支架在所述测试样长度方向的距离与所述测试样的标距距离基本相等。

[0009] 优选的,所述测试样、第一横梁支架和第二横梁支架浸没在高温液态金属介质中;并且,所述位移传感器由所述安装架支撑位于所述高温液态金属介质外。

[0010] 优选的,所述第一横梁支架与所述测试样之间、所述第二横梁支架与所述测试样之间分别设有第一固定连接结构和第二固定连接结构。

[0011] 优选的,所述第一固定连接结构包括在所述测试样上设置的第一环形凸起、第一开合件、以及将所述第一开合件可开合固定于所述第一横梁支架端部的第一锁紧机构;所述第一开合件与所述第一横梁支架端部设有供所述测试样通过的第一开孔,所述第一开孔的侧壁设有与所述第一环形凸起配合的第一环形槽;

[0012] 所述第二固定连接结构包括在所述测试样上设置的第二环形凸起、第二开合件、以及将所述第二开合件可开合固定于所述第二横梁支架端部的第二锁紧机构;所述第二开合件与所述第二横梁支架端部设有供所述测试样通过的第二开孔,所述第二开孔的侧壁设有与所述第二环形凸起配合的第二环形槽。

[0013] 优选的,所述安装架的第一端与所述第一横梁支架固定连接,所述位移传感器安装在所述安装架的第二端;所述安装架的第一端浸没在高温液态金属介质中,所述安装架的第二端远离所述高温液态金属介质。

[0014] 优选的,所述安装架为中空不锈钢支撑管;所述位移传感器插入安装在所述支撑管的第二端;

[0015] 所述第一横梁支架与所述支撑管的第一端对应的位置开设有穿孔;所述延伸杆自所述穿孔插入所述支撑管内,并连接至所述位移传感器。

[0016] 优选的,所述位移传感器通过紧固螺钉可调固定安装在所述支撑管中。

[0017] 优选的,所述延伸杆的另一端通过微调螺杆固定安装在所述第二横梁支架上。

[0018] 优选的,所述位移传感器的外围还设有用于降低所述位移传感器所处环境温度的冷却箱。

[0019] 本实用新型还提供一种适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量系统,包括测试样、分别固定连接所述测试样两端的第一夹具和第二夹具、带动所述第一夹具和第二夹具沿所述测试样长度方向相对移动的驱动装置、以及与所述测试样连接的疲劳应变测量装置;

[0020] 疲劳应变测量装置包括分开固定连接在所述测试样第一横梁支架和第二横梁支架,在所述第一横梁支架上固定安装的安装架,固定安装在所述安装架上的位移传感器,以及一端与所述位移传感器连接、另一端与所述第二横梁支架固定连接的延伸杆;

[0021] 所述第一横梁支架和第二横梁支架在所述测试样长度方向的距离与所述测试样的标距距离基本相等。

[0022] 优选的,所述测试样、第一横梁支架和第二横梁支架浸没在高温液态金属介质中;并且,所述位移传感器由所述安装架支撑位于所述高温液态金属介质外。

[0023] 实施本实用新型的技术方案,通过第一横梁支架和第二横梁支架直接将测试样的变形位移量传递至位移传感器,进而可以直接得到测量数据,无需对测量数据进行多次繁琐校正,测量稳定性、精度和可靠度与材料种类、温度和液态金属流速等外部因素无直接依赖关系,能适应多种复杂试验环境的测量要求,具有测量精度高、稳定性高的优点。

[0024] 进一步的,通过在测试样上设置环形凸起,使得第一横梁支架和第二横梁支架的安装位置的横截面大于测试样标距区域的横截面,因而能保证应变集中在标距区域使疲劳裂纹始终在标距内萌生和扩展,有效避免了开裂位置出现在标距外造成的无效测试,从而大大提高测量有效性和工作效率。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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本实用新型的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1是本实用新型疲劳应变测量装置的一个实施例的纵向剖视示意图。

[0027] 图2是本实用新型疲劳应变测量装置的一个实施例的横向剖视示意图。

[0028] 图3是本实用新型用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量系统的一个实施例的纵向剖视示意图。

具体实施方式

[0029] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅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。

[0030] 如图1、图2所示,是本实用新型疲劳应变测量装置的一个实施例,可适用于在高温液态金属介质中对测试样11进行测量。其中,高温液态金属介质可以包括,但不限于,液态铅铋合金、液态纯铅、液态金属钠及其他液态金属等;测试样11可以为核电中使用的各种结构材料,如T91钢、316L钢或其他材质。

[0031] 在本实施例中,该疲劳应变测量装置包括第一横梁支架12和第二横梁支架13、安装架14、位移传感器15、延伸杆16等,利用第一横梁支架12和第二横梁支架13将测试样11的变形位移量传递至位移传感器15,进而可以直接得到测量数据,无需对测量数据进行多次繁琐校正,测量稳定性、精度和可靠度与材料种类、温度和液态金属流速等外部因素无直接依赖关系,能适应多种复杂试验环境的测量要求。将测试样11、第一横梁支架12和第二横梁支架13浸没在高温液态金属介质中;并且,位移传感器15由安装架14支撑位于高温液态金属介质外。

[0032] 该位移传感器15可以为现有的各种位移传感器15,如直线位移传感器15、角度位移传感器15等。延伸杆16可以与位移传感器15的磁感铁芯连接,通过延伸杆16将位移量传递到位移传感器15进行测量。

[0033] 该第一横梁支架12和第二横梁支架13分开固定连接在测试样11的标距之间,以将测试样11的变形位移量向外传递。其中,第一横梁支架12、第二横梁支架13可以采用不锈钢横梁支架,当然,也可以根据需要选用其他材质做成。第一横梁支架12和第二横梁支架13在测试样11长度方向的距离与测试样11的标距距离基本相等,从而可以确保测试样11的标距之间的变形位移量准确的向外传递。

[0034] 在一些实施例中,第一横梁支架12与测试样11之间、第二横梁支架13与测试样11之间分别设有第一固定连接结构和第二固定连接结构,以便于第一横梁支架12和第二横梁支架13方便、稳定的连接在测试样11上。

[0035] 其中,该第一固定连接结构包括在测试样11上设置的第一环形凸起111、第一开合

件121、以及将第一开合件121可开合固定于第一横梁支架12端部的第一锁紧机构。第一开合件121与第一横梁支架12端部设有供测试样11通过的第一开孔，第一开孔的侧壁设有与第一环形凸起111配合的第一环形槽122，通过第一环形凸起111和第一环形槽122的配合，从而可以保证第一横梁支架12与测试样11之间不会产生位移，提高了测试的准确度。

[0036] 如图所示，该第一锁紧机构包括连接在第一开合件121和第一横梁支架12之间的第一铰链123、以及与第一铰链123相对应设置的第一紧固件124。在使用时，可以绕第一铰链123转动第一开合件121，打开第一开合件121；然后，将第一环形槽122对准第一环形凸起111；再转动第一开合件121，使得第一开合件121环绕在测试样11的外围；然后，再锁紧第一紧固件124，从而将第一横梁支架12固定连接在测试样11上。当然，第一锁紧机构还可以采用其他结构形式，例如，第一开合件121和第一横梁支架12为分体式，第一锁紧机构为螺钉、螺栓等紧固件，通过紧固件直接锁紧第一开合件121和第一横梁支架12。

[0037] 第二固定连接结构包括在测试样11上设置的第二环形凸起112、第二开合件131、以及将第二开合件131可开合固定于第二横梁支架13端部的第二锁紧机构；第二开合件131与第二横梁支架13端部设有供测试样11通过的第二开孔，第二开孔的侧壁设有与第二环形凸起112配合的第二环形槽132，通过第二环形凸起112和第二环形槽132的配合，从而可以保证第二横梁支架13与测试样11之间不会产生位移，提高了测试的准确度。

[0038] 该第二锁紧机构可以采用与第一锁紧机构相似的机构，包括连接在第二开合件131和第二横梁支架13之间的第二铰链133、以及与第二铰链133相对应设置的第二紧固件134。在使用时，可以绕第二铰链133转动第二开合件131，打开第二开合件131；然后，将第二环形槽132对准第二环形凸起112；再转动第二开合件131，使得第二开合件131环绕在测试样11的外围；然后，再锁紧第二紧固件134，从而将第二横梁支架13固定连接在测试样11上。当然，第二锁紧机构还可以采用其他结构形式，例如，第二开合件131和第二横梁支架13为分体式，第二锁紧机构为螺钉、螺栓等紧固件，通过紧固件直接锁紧第二开合件131和第二横梁支架13。

[0039] 可以理解的，该第一横梁支架12、第二横梁支架13的形状、尺寸等，可以根据实际需要进行设计、调整，只要能够将测试样11的变形位移量准确向外传递即可。

[0040] 本实施例中，通过在测试样11上设置第一环形凸起111和第二环形凸起112，来界定标距，而且由于环形凸起的设置，使得在第一环形凸起111和第二环形凸起112之间的标距区域的横截面直径比其他位置小，从而确保疲劳裂纹始终在标距内萌生和扩展。

[0041] 该第一横梁支架12的另一端固定设置有安装架14，用于支撑位移传感器15，并使得位移传感器15可以远离第一横梁支架12。该安装架14的第一端与第一横梁支架12固定连接，位移传感器15安装在安装架14的第二端；安装架14的第一端浸没在高温液态金属介质中，安装架14的第二端远离高温液态金属介质。

[0042] 在本实施例中，该安装架14为中空不锈钢支撑管；位移传感器15插入安装在支撑管的第二端，并通过紧固螺钉19可调固定安装在支撑管中。可以松开紧固螺钉19来调节位移传感器15在安装架14的位置，进而适应不同的测试环境。

[0043] 对应的，第一横梁支架12与支撑管的第一端对应的位置开设有穿孔125；延伸杆16自穿孔125插入支撑管内，并连接至位移传感器15，从而可以将第二横梁支架13的位移通过延伸杆16传递到位移传感器15，可以监测到第一横梁支架12和第二横梁支架13之间的变形

位移量,进而确定测试样11的标距间的变形位移量。

[0044] 可以理解的,安装架14的结构还可以采用其他结构形式,例如,该安装架14为板状支架或其他形式支架,位移传感器15安装在安装架14远离第一横梁支架12的一端表面;当然,安装架14也可以为其他形式,只要能够提供支撑位移传感器15并远离第一横梁支架12即可。

[0045] 进一步的,该延伸杆16的另一端通过微调螺杆17固定安装在第二横梁支架13上,从而可以通过上下缓慢旋动来调节位移传感器15内的磁感铁芯的位置,从而更加精确地寻找精度最佳的工作位置。在周期载荷加载下,标距内的应变值(变形位移量)可直接由位移传感器15反映出来,无需后续繁琐数据校正。

[0046] 在一些实施例中,位移传感器15的外围还设有用于降低位移传感器15所处环境温度的冷却箱18,可以通过冷却箱18来控制位移传感器15所处的温度,从而保证其工作精度。如图所示,该冷却箱18可以为水冷箱,包括围成容置空间的冷却管路。位移传感器15可以放置于容置空间内,而冷却剂可以在冷却管路中流过,从而保证容置空间内的温度保持在位移传感器15的正常工作温度内。

[0047] 进一步的,在冷却管路上设有供安装架14穿过的让位孔181,从而方便位移传感器15可以插入到容置空间内。当然,冷却箱18的具体结构形式也可以根据需要进行选择。

[0048] 如图3所示,是本实用新型适用于高温液态金属介质中的疲劳应变测量系统的一个实施例,包括测试样11、分别固定连接测试样11两端的第一夹具21和第二夹具22、带动第一夹具21和第二夹具22沿测试样11长度方向相对移动的驱动装置(图未示)、以及与测试样11连接的疲劳应变测量装置。可以理解的,该疲劳应变测量装置可以采用上述任意实施例的疲劳应变测量装置,在此不做赘述。

[0049] 如图所示,测试样11的两端分别由第一夹具21和第二夹具22夹持,利用驱动装置来带动该第一夹具21和第二夹具22工作,以在测试样11的长度方向上施加拉力或压力,进而使得测试样11在长度方向上产生形变。可以理解的,该第一夹具21、第二夹具22的形状、结构可以根据测试样11的形状进行选用;第一夹具21、第二夹具22、驱动装置等可以安装在一个固定机架上。

[0050] 在采用该系统进行测量时,首先将测试样11的两端分别与第一夹具21和第二夹具22连接,并通过驱动装置驱动第一夹具21和第二夹具22,将测试样11夹紧在第一夹具21和第二夹具22之间。

[0051] 然后,将第一横梁支架12和第二横梁支架13分别固定安装在测试样11上。将延伸杆16的下端通过微调螺杆17固定安装在第二横梁支架13上;将安装架14固定安装在第一横梁支架12上,并将位移传感器15固定安装在安装架14的上端;使得延伸杆16插入安装架14,并连接至位移传感器15。

[0052] 将测试样11、第一横梁支架12和第二横梁支架13浸没在高温液态金属介质中;并且,位移传感器15由安装架14支撑位于高温液态金属介质外。

[0053] 然后,根据测试需要,利用驱动装置在测试样11的长度方向上施加拉力或压力,在周期载荷加载下,标距内的应变值(变形位移量)可直接传递到第一横梁支架12和第二横梁支架13,并且,由于位移传感器15和延伸杆16分别固定安装在第一横梁支架12和第二横梁支架13上,从而,标距内的应变值(变形位移量)可以由位移传感器15直接反映出来,无需后

续繁琐数据校正。

[0054] 本实用新型的实施例中,在紧邻试样标距区域的位置安装了位移传感器15,能直接精确测量试样标距内低周疲劳应变,无需对测量数据进行多次繁琐校正;

[0055] 通过测量紧邻试样标距区域上下之间的变形量,且位移传感器15的安装位置的横截面大于标距区域的横截面,因而能保证应变集中在标距区域使疲劳裂纹始终在标距内萌生和扩展,大大提高测量有效性和工作效率;

[0056] 直接测量紧邻标距区域的应变,因此其测量精度高且可靠,测量稳定性、精度和可靠度与材料种类、温度和液态金属流速等外部因素无直接依赖关系,能适应多种复杂试验环境的测量要求。

[0057] 以上所揭露的仅为本实用新型的较佳实施例而已,当然不能以此来限定本实用新型的权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本实用新型权利要求所作的等同变化,仍属于实用新型所涵盖的范围。

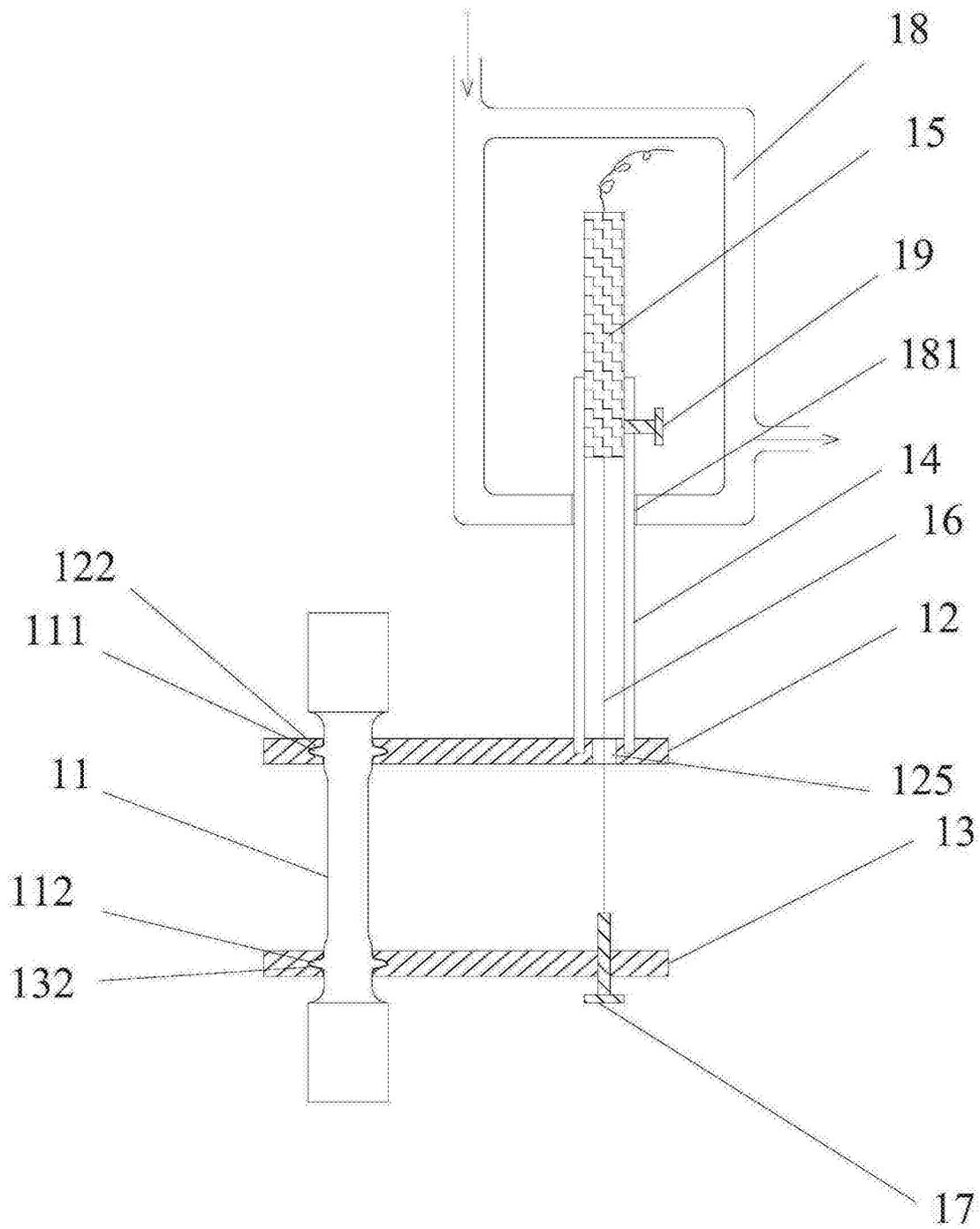


图1

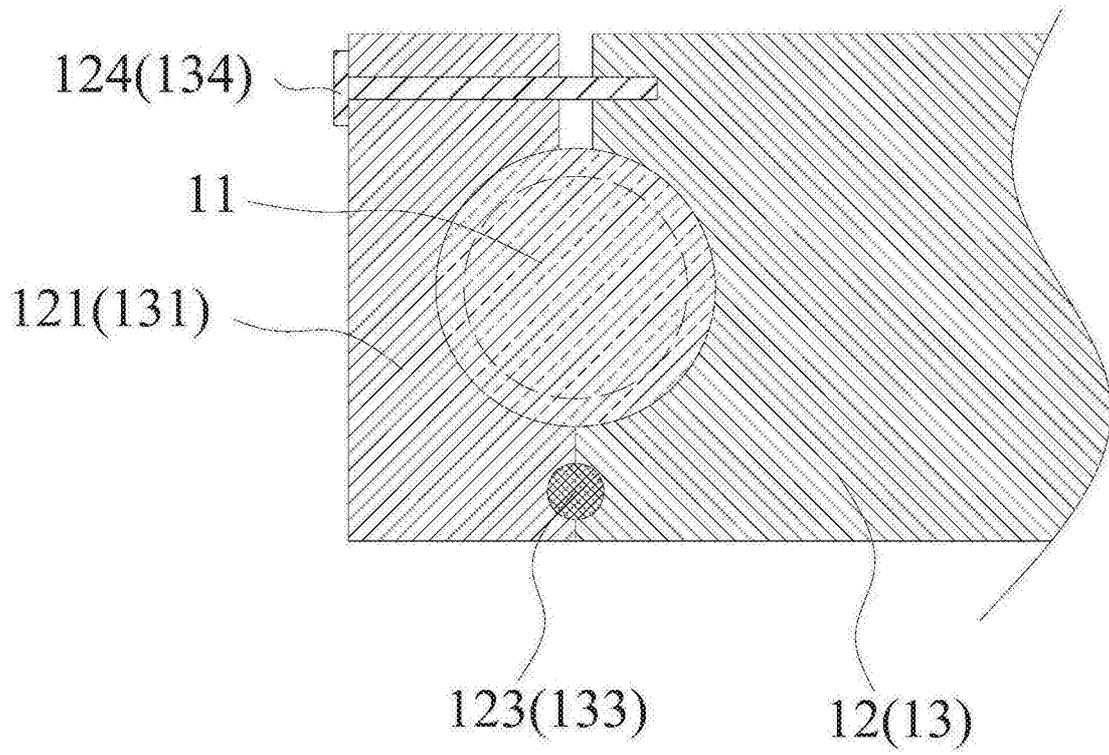


图2

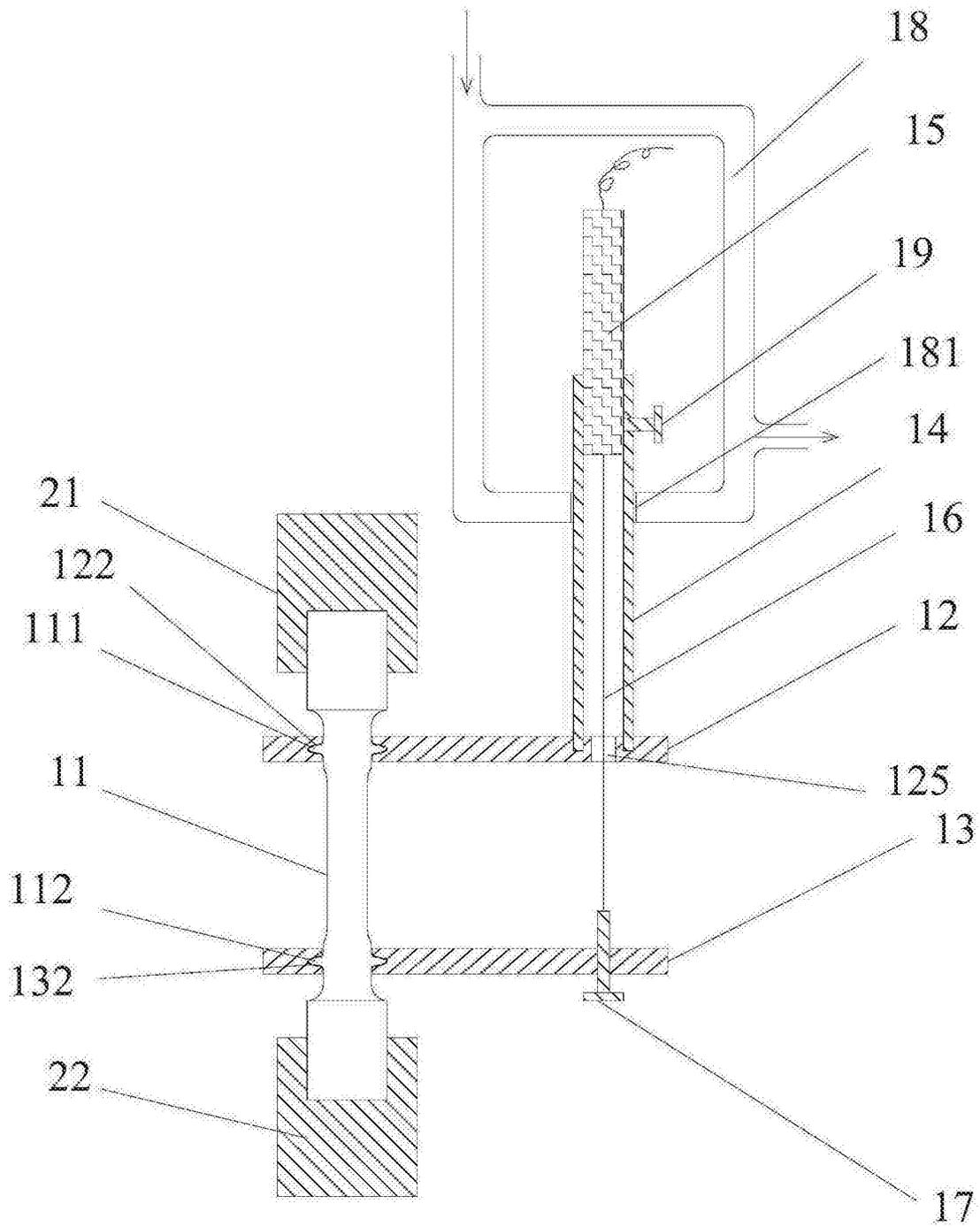


图3