



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102620984 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 16

(21) 申请号 201210101848. 4

(22) 申请日 2012. 04. 09

(73) 专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 赵寿根 朱正义 邱志平 吴爽
王杰 王晓军 吴大方

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 李新华 卢纪

(51) Int. Cl.

G01N 3/00 (2006. 01)

审查员 蒋佳春

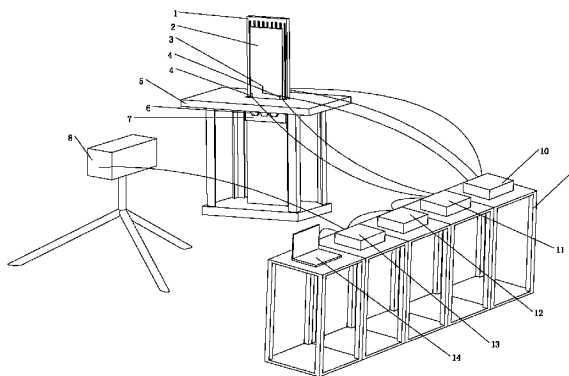
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种温度环境下测量动态弹性模量的装置及测量方法

(57) 摘要

本发明公开一种温度环境下测量动态弹性模量的装置及测量方法, 将梁试件夹持于刚性固定台上即一端固支一端自由的悬臂状态, 通过电阻加热装置, 热电偶温度反馈和温度控制仪器对试件进行加温和温度控制, 安装于试件上的压电陶瓷激振器接收经信号放大仪器所放大的激振信号对试件进行激振, 激光测振仪器对温度环境下的试件进行模态测试, 计算机接收激光测振仪器的信号, 通过信号分析得到试件在所控温度环境下的各阶次固有频率和模态, 通过固有频率和弹性模量的关系由测得的固有频率反推出所控温度环境下的材料动态弹性模量。本发明有无损检测、使用便捷、操作方便、测量精度高等特点。



1. 一种温度环境下测量动态弹性模量的装置,包括刚性固定台、固定夹板、激光测振摄像头、激光测振仪、计算机、支架;刚性固定台用紧固件固定于地面上,试件为梁状结构,通过固定夹板用螺栓、螺母紧固于刚性固定台上,安装后试件垂直于刚性固定台上安装面;激光测振摄像头置于地面上,通过激光测振摄像头自身支架可以调整其高度和方向,调整后激光测振摄像头正对试件中央;激光测振仪接收激光测振摄像头传来的模拟信号,并将其转化成数字信号,数字信号通过数据线传输给计算机;激光测振摄像头通过激光束对试件的振动信号进行测试,并把所接收到的模拟信号传给激光测振仪;

其特征在于:所述装置还包括电加热盘,温度控制仪、热电偶、压电陶瓷片、功率放大器、信号发生器、透明保温罩;以上所述试件根部两侧各贴一个压电陶瓷片,试件根部中间位置贴一个热电偶,热电偶与试件相接触;电加热盘立于固定台上,位置在试件后端与激光照射面相反;温度控制仪、功率放大器、信号发生器、激光测振仪、计算机设置在支架上;

计算机用来控制信号发生器的信号输出,控制激光测振摄像头对试件进行测试,并处理显示激光测振仪传来的数字信号;对测得的数字信号进行模态分析,通过对分析所得的模态频率和模态振型的辨识,得到试件的前三阶弯曲振动的模态频率;由欧拉-伯努利梁的弯曲振动方程中弯曲振动固有频率和弹性模量的关系可以由模态频率反推出弹性模量,分别测得在几个预设温度环境下的弹性模量后经计算机中的线性插值算法得到弹性模量随温度变化曲线;

信号发生器接收计算机传来的数字信号,并将数字信号转化成电压信号,通过数据线传给功率放大器;

功率放大器接收信号发生器的电压信号,并对其进行功率放大,将放大后的电压信号传给压电陶瓷片;

压电陶瓷片接收来自功率放大器的信号,并产生振动,对试件起到激振作用;

温度控制仪接收来自热电偶的信号,并对其进行识别,调节输出电压,控制电加热盘的功率来对试件的温度进行控制;

热电偶测得试件的温度,通过数据线将信号传给温度控制仪;

透明保温罩为一面开口的盒式结构,在加温时安装于刚性固定台上表面并罩住试件和电加热盘,减小空气对流对试件加温的影响,透明保温罩不妨碍激光测振摄像头对试件进行振动测试。

2. 一种温度环境下测量动态弹性模量的方法,其特征在于:

步骤一:安装刚性固定台于地面;

步骤二:通过固定夹板将试件夹持于刚性台上,形成一端固支一端自由的悬臂状态;

步骤三:粘贴压电陶瓷片于试件根部两侧,粘贴热电偶于试件根部中心位置;

步骤四:调试激光测振摄像头,使其正对被测试件,并在计算机中设置要进行扫描的测点,再检查预设扫描点反光性能,对信号弱的点进行贴反光膜处理;步骤五:安装电加热盘于刚性固定台上,启动温度控制仪;将保温罩罩住试件和电加热盘,温度控制仪、电加热盘、热电偶组成一个温度控制系统对试件温度进行控制;

步骤六:对其进行温度预设,待温度控制稳定;

步骤七:固有频率及模态测量;

计算机控制信号发生器产生激励信号,激励信号经功率放大器放大后传给压电陶瓷

片,压电陶瓷片对试件产生激励,激光测振摄像头对试件进行扫描测振,在对预设扫描点进行扫描之后对测得信号进行频谱分析,得到试件一端自由一端固支状态下的各阶次固有频率和模态,记录下所测得的各阶次固有频率和其相对应的振型,重复步骤六至七;

步骤八:对测得数据进行分析,由欧拉-伯努利梁的弯曲振动方程中弯曲振动固有频率和弹性模量的关系反推出弹性模量值,并由测试数据线性插值得到弹性模量随温度变化的曲线。

一种温度环境下测量动态弹性模量的装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及弹性模量测量领域,具体来说是一种温度环境下测量动态弹性模量的测量装置及测量方法,用于温度环境下测量动态弹性模量测量。

背景技术

[0002] 弹性模量 E 是材料力学性能中的一个重要指标,是表征固体材料抵抗变形的能力大小的尺度。从微观角度来说,则是原子、离子或分子之间键合强度的反应。弹性模量不能够直接测量得到,而需进行测量后间接计算得到。随着科技的发展,材料所处的工作环境也更为复杂,在工程设计上只考虑材料常温环境的弹性模量已经不能很好的满足工程要求,所以测定温度环境下的材料弹性模量具有很高的工程价值和应用前景。现在最为常用的模态测量方法为静力拉伸法,通过应力应变关系得到弹性模量值,随着弹性模量在工程中的应用越来越广泛,人们发现这种处理存在诸多的弊端,原因有如下几点:

[0003] (1) 静力法为破坏性试验,在实验中,材料会进入塑性或则发生断裂;

[0004] (2) 静力法测弹性模量难以实现温度的控制,测定温度环境下的弹性模量存在一定困难;

[0005] (3) 对非均质材料宏观等效的弹性模量测量存在局限性,对脆性材料的测量存在局限性;

[0006] 因为弹性模量是随温度变化的一个物理量,所以在温度变化的环境下常温下的弹性模量值将不再适用。目前,国内还没有对温度环境下测量动态弹性模量测量有效、简单、易于操作的测量系统。

发明内容

[0007] 本发明为了克服现有技术的不足,为材料的力学参数测定提供一种温度环境下动态弹性模量的测量装置及测量方法,为工程中力学性能分析和工程中的不确定性分析提供可靠的测试数据。

[0008] 一种温度环境下测量动态弹性模量的装置,其特征在于:包括刚性固定台、固定夹板、电加热盘,温度控制仪、热电偶、压电陶瓷片、功率放大器、信号发生器、激光测振摄像头、激光测振仪、计算机、支架、透明保温罩;

[0009] 刚性固定台用紧固件固定于地面上,试件为梁状结构,通过固定夹板用螺栓、螺母紧固于刚性固定台上,安装后试件垂直于刚性固定台上安装面;以上所述试件根部两侧各贴一个压电陶瓷片,试件根部中间位置贴一个热电偶,热电偶与试件相接触;激光测振摄像头置于地面上,通过激光测振摄像头自身支架可以调整其高度和方向,调整后激光测振摄像头正对试件中央;电加热盘立于固定台上,位置在试件后端与激光照射面相反;温度控制仪、功率放大器、信号发生器、激光测振仪、计算机设置在支架上;

[0010] 计算机用来控制信号发生器的信号输出,控制激光测振摄像头对试件进行测试,并处理显示激光测振仪传来的数字信号;对测得的数字信号进行模态分析,通过对分析所

得的模态频率和模态振型的辨识,得到试件的前三阶弯曲振动的模态频率;由欧拉-伯努利梁的弯曲振动方程中弯曲振动固有频率和弹性模量的关系可以由模态频率反推出弹性模量,分别测得在几个预设温度环境下的弹性模量后经计算机中的线性插值算法得到弹性模量随温度变化曲线;

[0011] 激光测振仪接收激光测振摄像头传来的模拟信号,并将其转化成数字信号,数字信号通过数据线传输给计算机;

[0012] 激光测振摄像头通过激光束对试件的振动信号进行测试,并把所接收到的模拟信号传给激光测振仪;

[0013] 信号发生器接收计算机传来的数字信号,并将数字信号装化成电压信号,通过数据线传给功率放大器;

[0014] 功率放大器接收信号发生器的电压信号,并对其进行功率放大,将放大后的电压信号传给压电陶瓷片;

[0015] 压电陶瓷片接收来自功率放大器的信号,并产生振动,对试件起到激振作用;

[0016] 温度控制仪接收来自热电偶的信号,并对其进行识别,调节输出电压,控制电加热盘的功率来对试件的温度进行控制;

[0017] 热电偶测得试件的温度,通过数据线将信号传给温度控制仪;

[0018] 透明保温罩为一面开口的盒式结构,在加温时安装于刚性固定台上表面并罩住试件和电加热盘,减小空气对流对试件加温的影响,透明保温罩不妨碍激光测振摄像头对试件进行振动测试。

[0019] 本发明的优点在于:

[0020] 1. 本发明能测量温度环境下的弹性模量;

[0021] 2. 本发明是一种非接触无损检测技术,对试件不产生破坏;

[0022] 3. 本发明的温度环境下的实验采用压电陶瓷进行激振,在温度环境下激振效果稳定,满足测试要求;

[0023] 4. 在弹性模量测量中引入固有频率和相对应的振型,排除干扰频率的能力强;

[0024] 5. 引入高阶固有频率,对弹性模量的变化更为敏感;

[0025] 6. 本发明结构简单、使用便捷、适用范围广。

附图说明

[0026] 图1为本发明一种温度环境下测量动态弹性模量测量装置整体结构示意图;

[0027] 图2为本发明试件及压电陶瓷片粘贴位置示意图;

[0028] 图3为本发明刚性固定台结构示意图;

[0029] 图4为本发明固定夹板结构示意图;

[0030] 图5为本发明透明保温罩两个不同视角的示意图;

[0031] 图中:

[0032]

1-电加热盘	2-试件	3-热电偶	4-压电陶瓷片
5-刚性固定台	6-螺栓	7-固定夹板	8-激光测振摄像头
9-支架	10-温度控制仪	11-功率放大器	12-信号发生器
13-激光测振仪	14-计算机	15-透明保温罩	101-通孔 A
102-通孔 B	103-通孔 C	201-透明保温罩底面	

具体实施方式

[0033] 下面将结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0034] 本发明是一种温度环境下测量动态弹性模量测量装置,如图 1 所示,包括电加热盘 1、试件 2、热电偶 3、压电陶瓷片 4、刚性固定台 5、螺栓 6、固定夹板 7、激光测振摄像头 8、支架 9、温度控制仪 10、功率放大器 11、信号发生器 12、激光测振仪 13、计算机 14。

[0035] 如图 2 所示,试件 2 开有通孔 A101,螺栓 6 通过通孔 A101 将试件 2 夹持在刚性固定台 5 上,试件 2 根部粘贴有压电陶瓷片 4。

[0036] 如图 3 所示,刚性固定台 5 开有通孔 B102,螺栓 6 通过通孔 B102 将试件 2 固定于刚性固定台 5 上,安装后试件 2 垂直于刚性固定台上水平安装面。

[0037] 如图 4 所示,固定夹板 7 开有通孔 C103,螺栓通过通孔 C、通孔 B102、通孔 A101 将试件 2 夹持于刚性固定台 5 和固定夹板 7 之间,形成试件 2 一端固支一端自由的悬臂状态。

[0038] 如图 5 所示,透明保温罩 15 为一面开口的盒式样结构,安装于刚性固定台上表面并罩住试件和电加热盘,用于温度的控制和调节,减少空气对试件温度影响,使加热的效果更好,更均匀,透明的保温罩 15 不仅起到了保温的效果也不干扰激光测振的进行。

[0039] 如图 1 所示,温度控制仪 10、功率放大器 11、信号发生器 12、激光测振仪 13,计算机 14 置于支架 9 上。

[0040] 激光测振摄像头 8 的支架可以调节其高度和方向,使其激光具有良好的反射性,以达到良好的测量效果。

[0041] 所述的激光测振摄像头 8 通过分光镜产生两束等强的激光束,一束为信号光束,另一束为参考光束。所述的信号光束通过透镜聚焦入射到被测物体试件 2 表面,反射或散射回来的信号光束和参考光束在激光测振摄像头 8 内的光敏元件上产生干涉现象,同时光敏元件上由干涉现象得到的电信号被传送到激光测振仪 13。

[0042] 激光测振仪 13 一端与激光测振摄像头 8 连接,另一端与计算机 14 相连,激光测振仪 13 对激光测振摄像头 8 内的光敏元件得到的电信号解码处理,可得到试件 2 的动态位移值,最后将动态位移值通过数据线传送到计算机 14。

[0043] 计算机 14 接收来自激光测振仪 13 的信号,可以分析计算出试件 2 的固有频率和固有振型,计算机 14 还可以控制信号发生器 12 进行信号的输出达到激振的控制。

[0044] 信号发生器 12 接收来自计算机 14 的控制信号,并输出模拟信号至功率放大器 11 进行信号的放大。

[0045] 功率放大器 11 接收来自信号发生器 12 的信号,并对其进行放大,并对压电陶瓷片

4 输出放大后的模拟信号进行激励。

[0046] 压电陶瓷片 4 接收来自功率放大器 11 的激励信号,产生激振力驱动试件 2 的振动,起到激振器的效果,激光测振摄像头 8 发射的激光对试件 2 表面的振动产生的位移变化进行识别,并将信号传给激光测振仪 13。

[0047] 温度控制仪 10,可以进行温度预设和控制,对电加热盘 1 的工作电压进行调控,达到对电加热盘 1 输出温度的控制,并接收来自热电偶 3 的温度反馈,根据温度的反馈再调节输出电压,最后完成对试件 2 的加热和温度控制。

[0048] 本发明还提供一种基于上述温度环境下测量动态弹性模量测量装置的测量方法,具体步骤如下:

[0049] 步骤一:安装刚性固定台 5 于地面;

[0050] 步骤二:通过固定夹板 7 将试件固定于刚性台 5 上;

[0051] 步骤三:粘贴压电陶瓷片 4 于试件 2 根部两侧,粘贴热电偶 3 于试件上;

[0052] 步骤四:调试激光测振摄像头 8,使其正对被测试件 2,并在计算机 14 中设置要进行扫描的测点,再检查预设扫描点反光性能,对信号弱的点进行贴反光膜处理;

[0053] 步骤五:安装电加热盘于刚性固定台上,启动温度控制仪;将保温罩罩住试件和电加热盘,温度控制仪、电加热盘、热电偶组成一个温度控制系统对试件温度进行控制;

[0054] 步骤六:对其进行温度预设,待温度控制稳定;

[0055] 步骤七:固有频率及模态测量;

[0056] 计算机控制信号发生器产生激励信号,激励信号经功率放大器放大后传给压电陶瓷片,压电陶瓷片对试件产生激励,激光测振摄像头对试件进行扫描测振,在对预设扫描点进行扫描之后对测得信号进行频谱分析,得到试件一端自由一端固支状态下的各阶次固有频率和模态,记录下所测得的各阶次固有频率和其相对应的振型,重复步骤六至七;

[0057] 步骤八:对测得数据进行分析,由欧拉-伯努利梁的弯曲振动方程中弯曲振动固有频率和弹性模量的关系反推出弹性模量值,并由测试数据线性插值得到弹性模量随温度变化的曲线。

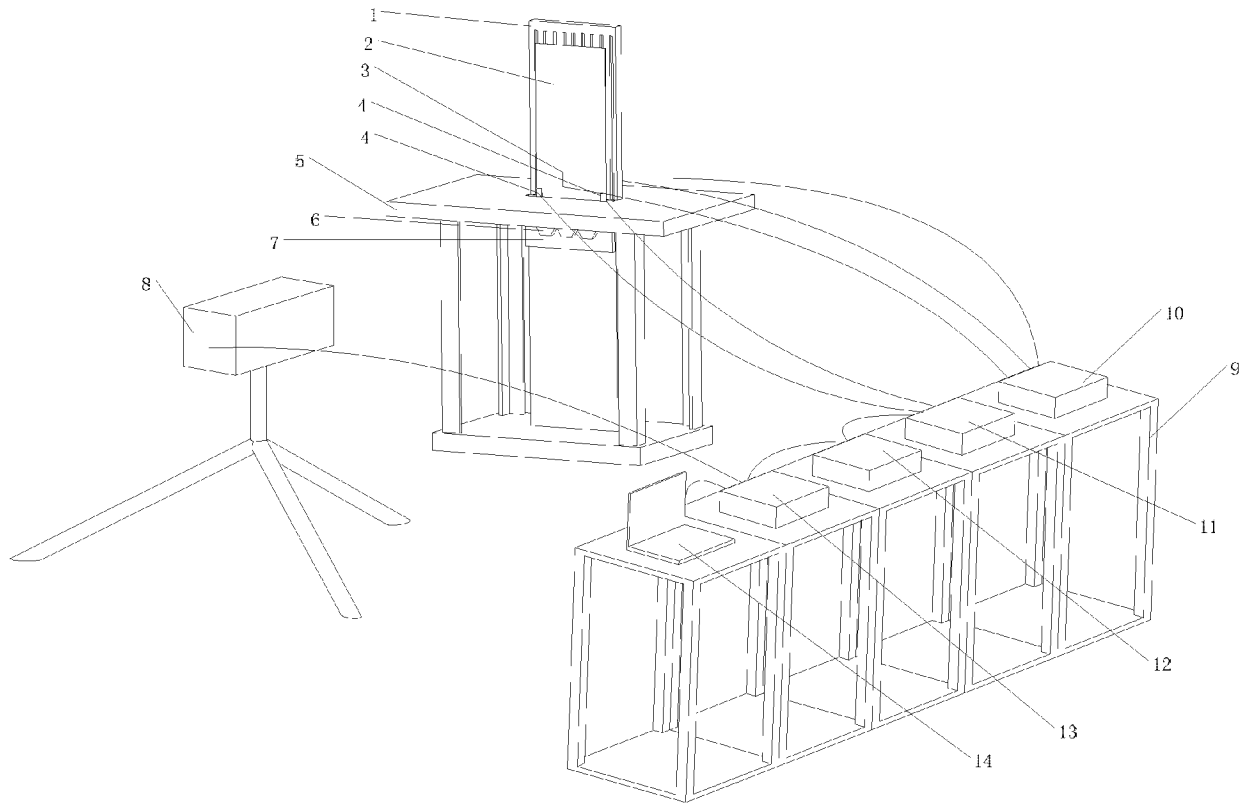


图 1

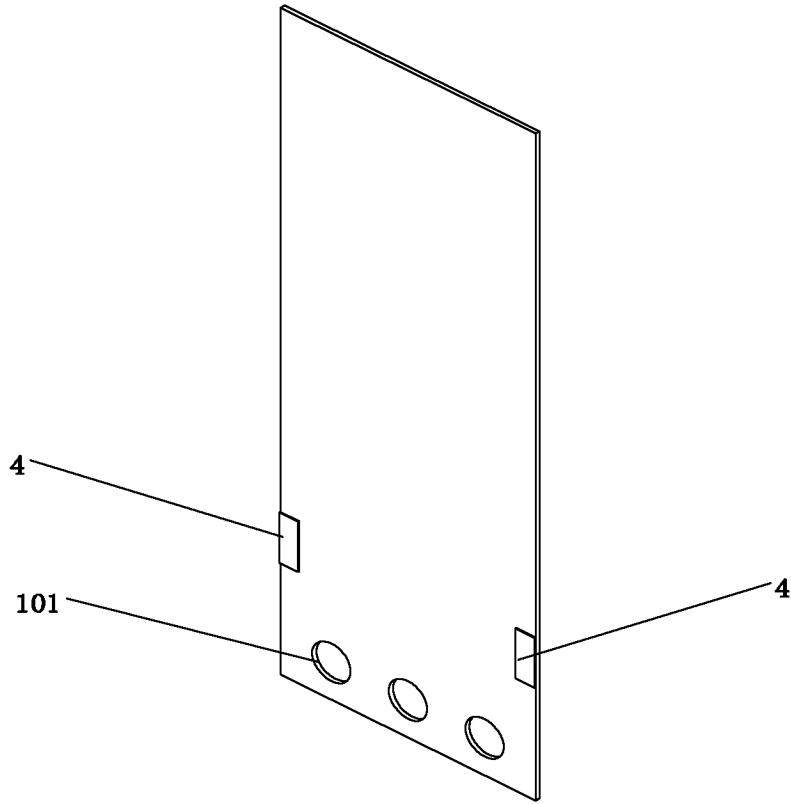


图 2

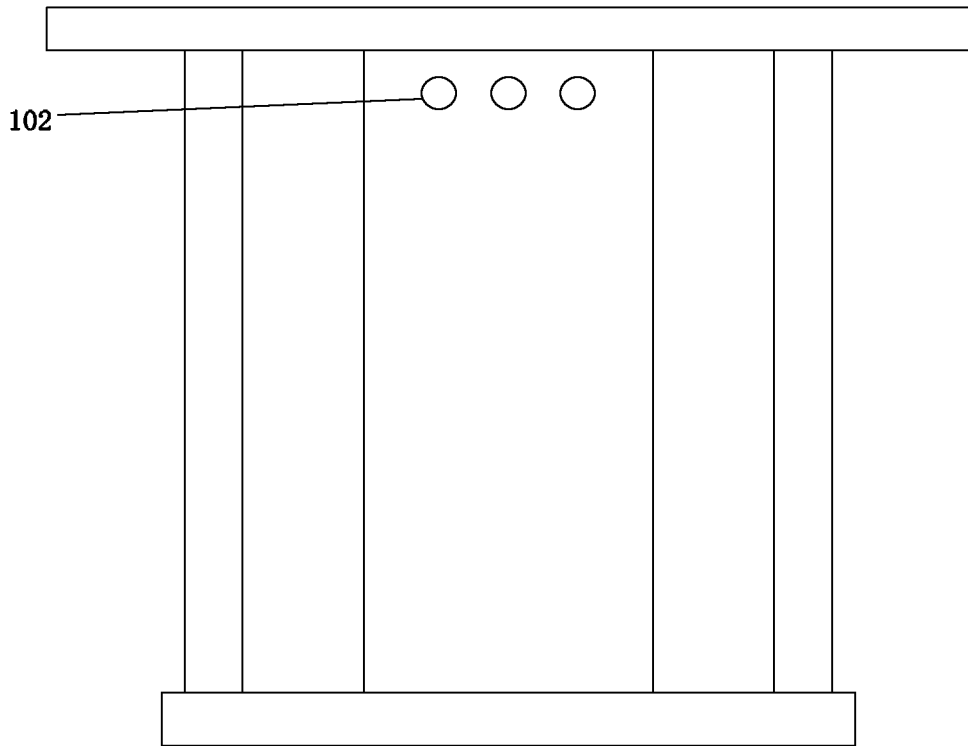


图 3

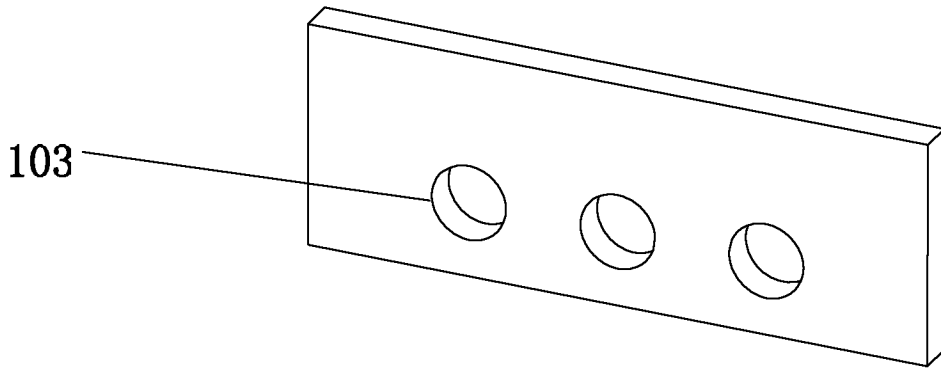


图 4

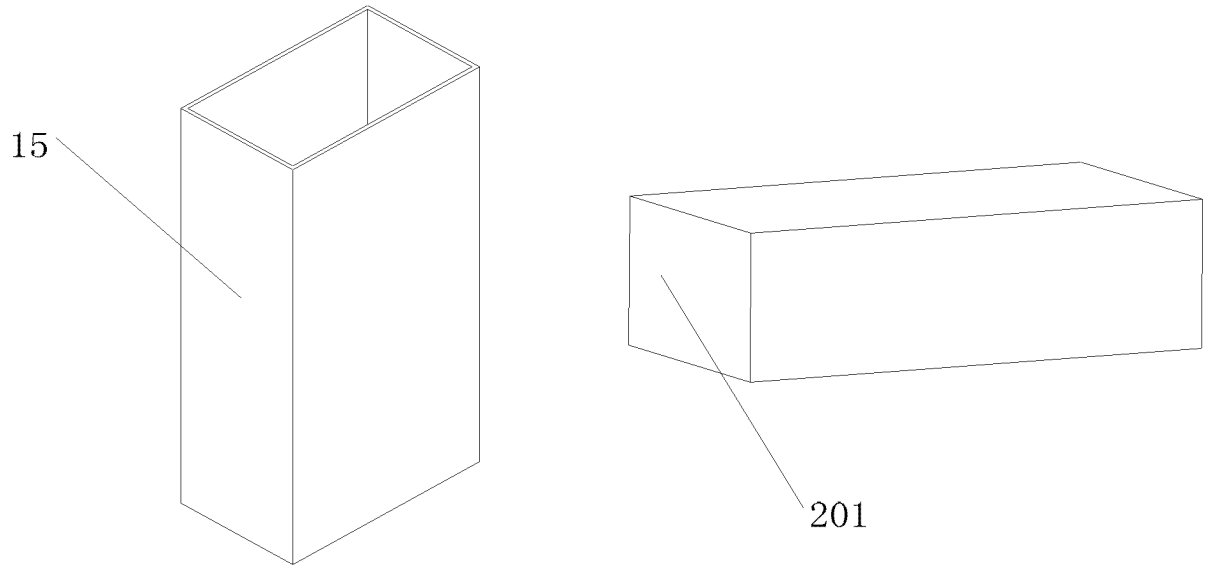


图 5