



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221649442 U

(45) 授权公告日 2024. 09. 03

(21) 申请号 202420107575.2

(22) 申请日 2024.01.17

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦口区浦珠南路30号

专利权人 深海技术科学太湖实验室

(72) 发明人 淡振华 尹童 常辉 屈平
张爱锋

(74) 专利代理机构 南京行高知识产权代理有限公司 32404

专利代理师 王培松

(51) Int. Cl.

G01B 7/16 (2006.01)

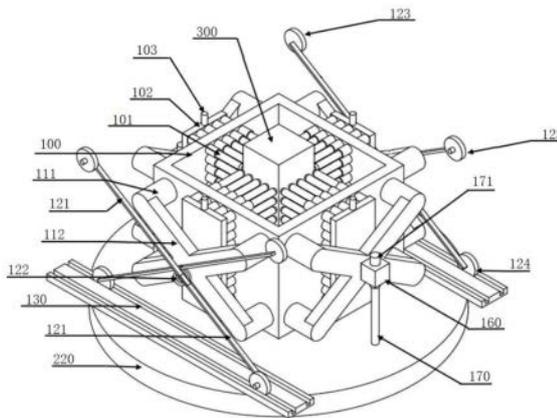
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

阵列式多通道应变测量装置

(57) 摘要

本实用新型提供一种阵列式多通道应变测量装置,包括立式方框框架、加压机构、阵列测量组件、X形状固定组件以及隔离机构。立式方框框架由依次相邻并垂直连接的侧壁面构成。立式方框框架的侧壁面根据测试条件通过螺纹连接相应数量的位移计,周期性阵列式排列的位移计阵列。在每个侧壁面上设置的阵列测量组件,与待测对象接触,用于测量待测对象在受压状态下的应变数据,并通过计算机系统对应变数据进行处理,获得每个测量点的应变结果。本实用新型通过设计接触式位移计阵列以及样品轮廓变化测量数学模型,测量变形过程中试验材料的整体变形,并且在测试过程中保持阵列测量系统相对样品静止,提高测量的稳定性与一致性。



1. 一种阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,包括:

立式方框框架(100),该立式方框框架(100)由依次相邻并垂直连接的侧壁面构成,四个侧壁面合围形成所述立式方框框架(100);所述立式方框框架(100)定义了待测对象(300)的检测位置;

位于所述立式方框框架(100)外部的加压机构,被设置成用于从垂直方向对待测对象(300)加压;

在每个侧壁面上设置的阵列测量组件,与所述待测对象(300)接触,用于测量放置在立式方框框架(100)内的待测对象(300)在受压状态下的应变;

在每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件,用于抵抗立式方框框架(100)的变形;在其中一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置的隔离机构,用于保持所述阵列测量组件相对所述待测对象(300)静止,使得所述待测对象(300)在受压过程中,保持阵列测量组件相对所述待测对象(300)不发生位移。

2. 根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述阵列测量组件包括在每个侧壁面方向等间距分布的多个位移计组成的位移计阵列,形成 $m*n$ 阵列分布; m 和 n 分别表示大于等于3的正整数;相邻位移计之间的间距为 H ;

每个侧壁面设置的位移计数量相同,并且每个位移计穿过对应的侧壁面并安装和支撑在侧壁面上,每个位移计通过针尖接触待测对象(300)的表面,当样品形貌/轮廓/体积发生变化时,对应位置的针尖在位移计内置弹簧的作用下将发生位移,进而输出相应的电流变化,实现位移捕捉与检测输出。

3. 根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件包括位于侧壁面的四个角位置的圆形支柱(111)以及X形固定架(112),X形固定架(112)的四个支臂分别与四个角位置的圆形支柱(111)固定形成一体。

4. 根据权利要求3所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,对于任意一侧壁面设置的X形固定架(112),X形固定架(112)的交叉中心点在侧壁面的投影与侧壁面的对角线交点重合。

5. 根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述隔离机构包括固定到侧壁面的扭转弹簧(122)以及与扭转弹簧的两个支腿分别固定的导轮杆(121),每个导轮杆(121)的上端连接上导轮(123),下端连接下导轮(124);

两个导轮杆(121)呈X形微位移剪叉结构,并能够在所述加压机构对待测对象(300)加压时发生微位移。

6. 根据权利要求5所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述上导轮(123)与下导轮(124)分别位于预设的上轨道与下轨道内并能够在各自对应的轨道限定的空间和方向内滑动;

所述加压机构包括上压盘(210)以及下压盘(220),上压盘(210)与下压盘(220)之间的空间放置所述立式方框框架(100)、阵列测量组件以及隔离机构;

上轨道固定在所述下压盘(220)的下表面,下轨道固定在所述上压盘(210)的上表面。

7. 根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,在其中另一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置有固定块(160),固定块(160)上安装有垂直向

位移计(170),用于检测待测对象(300)在垂直向受压后产生的纵向变形。

8.根据权利要求7所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,在测量前通过所述垂直向位移计(170)对立式方框框架(100)进行调整,使其保持水平状态;

所述加压机构为水平状态。

9.根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述阵列测量组件中每个侧壁面上设置的位移计均通过传感器接口与计算机系统连接。

10.根据权利要求1所述的阵列式多通道应变测量装置,其特征在于,所述立式方框框架(100)的每一个侧壁面上的位移计通过接口与后方的采集模块(102)相连,4个侧壁面对应设置的采集模块(102)分别将位移计(101)测定的数据记录至采集模块(102)中;

每个采集模块(102)通过数据接口(103)以及线缆,将对应侧壁面安装的位移计所采集的检测数据传输至计算机系统。

阵列式多通道应变测量装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及材料性能检测技术领域,具体而言涉及一种阵列式多通道应变测量装置。

背景技术

[0002] 传统力学实验中,能够测量的是均匀材料单向受力状态下一维应变。然而,在实际工程问题中,往往需要对非均匀材料的局部变形进行评估,如焊接结构、焊缝应变、轮廓变化等,满足对结构安全性的需求,这对传统力学试验测定提出了新的挑战。

[0003] 目前能够对非均匀材料的局部变形进行评估的方式主要是光学测量DIC技术,基于现代数字图像处理技术与数值分析理论相结合的光学测量方法。通过对变形前后被测物体表面的散斑图像进行相关搜索计算,可以快速、精准地获得相关变形信息。光学测量DIC技术通过多个平面的投影总和得到的近似三维变形,数据精度高度依赖于数据处理过程,且存在前处理时间长,样品形式要求高,设备昂贵,对材料表面要求高等问题。

实用新型内容

[0004] 针对现有技术存在的缺陷与不足,本实用新型目的在于提供一种阵列式多通道应变测量装置,通过设计接触式位移计阵列以及样品轮廓变化测量数学模型,测量变形过程中试验材料的整体变形,并且在测试过程中保持阵列测量系统相对样品静止,提高测量的稳定性与一致性。

[0005] 根据本实用新型目的的第一方面,提出一种阵列式多通道应变测量装置,包括:

[0006] 立式方框框架,该立式方框框架由依次相邻并垂直连接的侧壁面构成,四个侧壁面合围形成所述立式方框框架;所述立式方框框架定义了待测对象的检测位置;

[0007] 位于所述立式方框框架外部的加压机构,被设置成用于从垂直方向对待测对象加压;

[0008] 在每个侧壁面上设置的阵列测量组件,与所述待测对象接触,用于测量放置在立式方框框架内的待测对象在受压状态下的应变;

[0009] 在每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件,用于抵抗立式方框框架的变形;

[0010] 在其中一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置的隔离机构,用于保持所述阵列测量组件相对所述待测对象静止,使得所述待测对象在受压过程中,保持阵列测量组件相对所述待测对象不发生位移。

[0011] 作为可选的实施方式,所述阵列测量组件包括在每个侧壁面方向等间距分布的多个位移计组成的位移计阵列,形成 $m*n$ 阵列分布; m 和 n 分别表示大于等于的正整数;相邻位移计之间的间距为 H ;

[0012] 每个侧壁面设置的位移计数量相同,并且每个位移计穿过对应的侧壁面并安装和支撑在侧壁面上,每个位移计通过针尖接触待测对象的表面,当样品形貌/轮廓/体积发生变化时,对应位置的针尖在位移计内置弹簧的作用下将发生位移,进而输出相应的电流变

化,实现位移捕捉与检测输出。

[0013] 作为可选的实施方式,所述每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件包括位于侧壁面的四个角位置的圆形支柱以及X形固定架,X形固定架的四个支臂分别与四个角位置的圆形支柱固定形成一体。

[0014] 作为可选的实施方式,对于任意一侧壁面设置的X形固定架,X形固定架的交叉中心点在侧壁面的投影与侧壁面的对角线交点重合。

[0015] 作为可选的实施方式,所述隔离机构包括固定到侧壁面的扭转弹簧以及与扭转弹簧的两个支腿分别固定的导轮杆,每个导轮杆的上端连接上导轮,下端连接下导轮;

[0016] 两个导轮杆呈X形微位移剪叉结构,并能够在所述加压机构对待测对象加压时发生微位移。

[0017] 作为可选的实施方式,所述上导轮与下导轮分别位于预设的上轨道与下轨道内并能够在各自对应的轨道限定的空间和方向内滑动;

[0018] 所述加压机构包括上压盘以及下压盘,上压盘与下压盘之间的空间放置所述立式方框框架、阵列测量组件以及隔离机构;

[0019] 上轨道固定在所述下压盘的下表面,下轨道固定在所述上压盘的上表面。

[0020] 作为可选的实施方式,在其中另一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置有固定块,固定块上安装有垂直向位移计,用于检测待测对象在垂直向受压后产生的纵向变形。

[0021] 作为可选的实施方式,所述阵列测量组件中每个侧壁面上设置的位移计均通过传感器接口与计算机系统连接。

[0022] 由以上本实用新型的技术方案,本实用新型提出的阵列式多通道应变测量装置的显著优点在于:

[0023] (1) 本实用新型设计基于导轮组与扭转弹簧的X形隔离机构构成相对样品静止系统,使得测量装置(传感器阵列)在样品被加压过程中相对于样品保持静止的状态,获得精准的测量基准,由此保证每一个位移计测量点相对于样品来说不存在相对移动,尤其是保持从侧壁面方向与样品表面之间的垂直关系,由此可获得随时间变化的位移数据,长时间保证数据稳定性测量结果一致性,能够从时间和压力变化的维度绘制轮廓演化曲线,获得样品的三维应变变化趋势测量结果;

[0024] (2) 本实用新型在每一个侧壁面的外表面设置X形状固定组件,用于抵抗立式方框框架的变形,保证在加压过程中用于安装和支撑阵列测量组件(包含多个位移计)的基准不变,避免立式方框框架作为基础安装框架的变形导致的测量基准误差带来的系统误差,提高测量准确性;

[0025] (3) 本实用新型设计阵列测量组件,由多个垂直于样品测量表面的位移计构成,在随时间变化的对样品加压过程中,能够实施捕获应力、轮廓、体积变化带来的位移数据,并据此能够在后续模型处理中获得待测点位置的应变数据,实现对样品的应变的三维测量。

[0026] 应当理解,前述构思以及在下面更加详细地描述的额外构思的所有组合只要在这样的构思不相互矛盾的情况下都可以被视为本公开的实用新型主题的一部分。另外,所要求保护的的主题的所有组合都被视为本公开的实用新型主题的一部分。

[0027] 结合附图从下面的描述中可以更加全面地理解本实用新型教导的前述和其他方面、实施例和特征。本实用新型的其他附加方面例如示例性实施方式的特征和/或有益效果将在下面的描述中显见,或通过根据本实用新型教导的具体实施方式的实践中得知。

附图说明

[0028] 附图不意在按比例绘制。在附图中,在各个图中示出的每个相同或近似相同的组成部分可以用相同的标号表示。为了清晰起见,在每个图中,并非每个组成部分均被标记。现在,将通过例子并参考附图来描述本实用新型的各个方面的实施例。

[0029] 图1是本实用新型实施例的阵列式多通道应变测量装置的结构示意图。

[0030] 图2是本实用新型实施例的阵列式多通道应变测量装置的隔离系统的原理图。

[0031] 图3是本实用新型实施例的阵列式多通道应变测量装置的应变测量模型的原理图。

具体实施方式

[0032] 为了更了解本实用新型的技术内容,特举具体实施例并配合所附图式说明如下。

[0033] 在本公开中参照附图来描述本实用新型的各方面,附图中示出了许多说明的实施例。本公开的实施例不必定意在包括本实用新型的所有方面。应当理解,上面介绍的多种构思和实施例,以及下面更加详细地描述的那些构思和实施方式可以以很多方式中任意一种来实施,这是因为本实用新型所公开的构思和实施例并不限于任何实施方式。另外,本实用新型公开的一些方面可以单独使用,或者与本实用新型公开的其他方面的任何适当组合来使用。

[0034] 结合图1、2所示的示例的阵列式多通道应变测量装置,包括立式方框框架100、加压机构、阵列测量组件、X形状固定组件以及隔离机构。

[0035] 如图1所示,立式方框框架100由依次相邻并垂直连接的侧壁面构成,四个侧壁面合围成立式方框框架100。

[0036] 立式方框框架100定义了待测对象300的检测位置。

[0037] 作为可选的示例,立式方框框架100的四个竖立面作为侧壁面,均设置有对称且均匀的开孔阵列。由此,立式方框框架100能够被用于支撑阵列测量组件的作用,开孔位置尤其可预设螺纹,可根据测试条件通过螺纹连接相应数量的位移计,周期性阵列式排列的位移计阵列。

[0038] 结合图1、2所示的示例,位于立式方框框架100外部的加压机构,被设置成能够从垂直方向对待测对象300加压。

[0039] 在本实用新型的示例中,加压机构包括上压盘210以及下压盘220,上压盘210与下压盘220之间的空间放置立式方框框架100、阵列测量组件以及隔离机构。

[0040] 结合图1,在每个侧壁面上设置的阵列测量组件,与待测对象300接触,用于测量放置在立式方框框架100内的待测对象300在受压状态下的应变。

[0041] 如图1所示,在每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件,用于抵抗立式方框框架100的变形。

[0042] 在其中一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置的隔离机构,用于保

持阵列测量组件相对待测对象300静止,使得待测对象300在受压过程中,保持阵列测量组件相对待测对象300不发生位移。

[0043] 作为可选的示例,阵列测量组件包括在每个侧壁面方向等间距分布的多个位移计101组成的位移计阵列,形成 $m*n$ 阵列分布; m 和 n 分别表示大于等于3的正整数;相邻位移计之间的间距为 H 。

[0044] 在本实用新型的可选的实施例中,每个侧壁面设置的位移计101的数量相同,并且每个位移计穿过对应的侧壁面并安装和支撑在侧壁面上,每个位移计通过针尖接触待测对象300的表面,当样品形貌/轮廓/体积发生变化时,对应位置的针尖在位移计内置弹簧的作用下将发生位移,进而输出相应的电流变化,实现位移捕捉与检测输出。

[0045] 作为可选的实施例,位移计101为伸缩式位移计,在等间距螺孔的配合下,每一个侧壁面上安装的多支位移计组成位移计阵列,可根据测试条件测量待测对象的双面(相对的两个表面)或四面的变形情况。

[0046] 作为示例,立式方框框架100的每一个面上的位移计通过接口与后方的采集模块102相连,4个侧壁面对应设置的采集模块102分别将位移计101测定的数据记录至采集模块102中。每个采集模块102通过数据接口103以及线缆,将对应侧壁面安装的位移计所采集的检测数据传输至计算机系统中,进行后续的数据分析和处理。

[0047] 结合图1、2所示的示例,每一个侧壁面的外表面设置的X形状固定组件包括位于侧壁面的四个角位置的圆形支柱111以及X形固定架112,X形固定架112的四个支臂分别与四个角位置的圆形支柱111固定形成一体。结合图1所示,立式方框框架100共设置有4个X形状固定组件。

[0048] 优选地,对于任意一侧壁面设置的X形固定架112,X形固定架112的交叉中心点在侧壁面的投影与侧壁面的对角线交点重合。

[0049] 结合图1、2所示的示例,隔离机构包括固定到侧壁面的扭转弹簧122以及与扭转弹簧的两个支腿分别固定的导轮杆121,每个导轮杆121的上端连接上导轮123,下端连接下导轮124。两个导轮杆121呈X形微位移剪叉结构,并能够在加压机构对待测对象300加压时发生微位移。

[0050] 结合图1、2所示的示例,上导轮123与下导轮124分别位于预设的上轨道与下轨道内并能够在各自对应的轨道限定的空间和方向内滑动;上轨道固定在下压盘220的下表面,下轨道固定在上压盘210的上表面。

[0051] 例如,在其中两个对称面上的X形固定架112的中心位置设置一通过螺栓固定的扭转弹簧122。扭转弹簧122每个力臂都通过焊接连接导轮杆121,两个导轮杆121呈X形分布。导轮杆121两端通过轴承连接着导轮(上下导轮)。导轮在预设的轨道130中进行滑动。

[0052] 结合图2所示,当上下压盘同步进行压缩时,导轮组在扭转扭簧与压盘压力的作用下,开始沿着导轨向两侧开始滑动。由于扭簧对导轮杆施加的扭矩,导轮始终紧密贴合导轨。而导轨又是贴合在压盘表面,所以导轮向样品中心的位移与压盘是相等的,进而保证测量装置相对于样品没有相对的位移。

[0053] 由于上下轨道分别与上下压盘相接触,由此通过上下压盘进行加压,进而在 z 轴方向上移动,以对待测对象300加压,并通过隔离机构的作用使测量装置(传感器阵列)在样品被加压过程中相对于样品保持静止的状态,获得精准的测量基准,由此保证每一个位移计

测量点相对于样品来说不存在相对移动,尤其是保持从侧壁面方向与样品表面之间的垂直关系,由此可获得随时间变化的位移数据,长时间保证数据稳定性测量结果一致性,能够从时间和压力变化的维度绘制轮廓演化曲线,获得样品的三维应变变化趋势测量结果。

[0054] 作为可选的实施例,如图1所示,在另一对侧壁面的方向对应的X形状固定组件上分别设置有固定块160,固定块160上安装有垂直向位移计170,例如螺纹安装垂直向位移计170,用于检测待测对象300在垂直向受压后产生的纵向变形。垂直向位移计170通过位移计数据接口171以及数据线缆连接到计算机系统,用于后续的位移数据分析与处理。

[0055] 在本实用新型的实施例中,在测量开始之前,可通过两侧的垂直向位移计170进行立式方框框架100的调平,使其保持水平。应当理解,在测试之前,应保持前述的加压机构的上压盘210以及下压盘220的水平状态,例如通过水准仪进行调整。

[0056] 将待测对象300置于立式方框框架100中央的测量区域内后,通过每一个位移计的示数调整待测对象300与位移计之间的角度,使得位移计101相对于待测对象300表面保持垂直状态。然后将上压盘逐渐靠近待测对象300,确保待测对象300与导轨与压盘之间紧密接触,然后进行力学测试,随着时间变化对待测对象300按照预设程序施加压力,并采集应变与形变数据,通过计算机系统对位移数据进行分析处理,绘制轮廓演化曲线,获得样品的三维应变变化趋势测量结果。

[0057] 应当理解,在本实用新型的实施例中,阵列测量组件中每个侧壁面上设置的位移计均通过传感器接口与计算机系统连接。

[0058] 计算机系统基于阵列测量组件在位移计测量点测量输出的测量值,根据轮廓变化应变测量模型获得需要计算位置的应变检测结果。

[0059] 作为可选的实施例,本实用新型的实施例的轮廓变化应变测量模型基于以下方式构建:

[0060] 对于任意相邻的四个位移计测量点所构成的正方形区域,通过正交划分成四个相同的子区域,使得每个位移计测量点位于其中的一个子区域内;

[0061] 对于测量区域内的待测量点,确定其对应的四个位移计测量点所构成的正方形区域,并判断待测量点的落点位置,以落点位置对应的子区域作为存在区域,其他三个子区域为相邻区域,并将存在区域的位移计测量点作为存在区域点,将相邻区域的位移计测量点作为相邻区域点;

[0062] 基于存在区域点以及相邻区域点的测量值,计算待测量点的应变检测结果。

[0063] 其中,基于存在区域点以及相邻区域点的测量值,计算待测量点的应变检测结果,包括:

[0064] 以待测量点在每个相邻区域点与存在区域点连线的垂线相交点的应变值,以及存在区域点的测量值为基础,通过均方根运算,获得待测量点的应变检测结果。

[0065] 结合图1、3所示,为了描述样品轮廓变化,本实用新型的实施例中提出一种基于落点位置判断的应变测量数学模型,下面以4个位移计测量的结果为例进行说明。

[0066] 结合图3所示,图中黑色的实心点为位移计的测量点,分别为 (m_1, n_2) , (m_2, n_2) , (m_1, n_1) , (m_2, n_1) , 对应传感器阵列中最小四边形位置的四个位移计。 $\Delta \epsilon$ 分别表示位移计的测量点的测量结果。空心点 (x, y) 为需要计算应变的位置,即待测量点的位置。

[0067] 根据位移计之间的间距 H ,将对应区域划分为4片区域,通过粗线进行分割。

[0068] 对于测量区域中除边界外的任何一点,一定有4个与之相关位移计测量点,进一步地,可以分为1个存在区域点与3个相邻区域点。应当理解,存在区域点的影响能力大于其它3个相邻区域点。

[0069] 进一步地,假设每个测量点间的应变变化是均匀且连续的,那么任何两个点之间的应变都可以按照距离进行等量划分。

[0070] 在本实用新型的实施例中,鉴于存在区域点的应力测量数值更接近真实值,并考虑存在区域点与所测量点的位置关系,则可通过4个测量点的应变计算出所需位置的应变,有:

$$[0071] \quad \Delta\varepsilon_{(x,y)} = \sqrt{\frac{\Delta\varepsilon_{(m2,n2)}^2 + \overline{\Delta\varepsilon_{(x,n2)}}^2 + \overline{\Delta\varepsilon_{(m2,y)}}^2 + \overline{\Delta\varepsilon_{(x,y)}}^2}{4}}$$

[0072] 其中, $\Delta\varepsilon_{(m2,n2)}$ 为存在区域点的测量数值, $\overline{\Delta\varepsilon_{(x,n2)}}$ 为点 (x,y) 在 $(m1,n2)$ 至 $(m2,n2)$ 的垂线相交点的应变, $\overline{\Delta\varepsilon_{(m2,y)}}$ 为点 (x,y) 在 $(m2,n1)$ 至 $(m2,n2)$ 的垂线相交点的应变, $\overline{\Delta\varepsilon_{(x,y)}}$ 为点 (x,y) 在 $(m1,n1)$ 至 $(m2,n2)$ 的垂线相交点的应变。

[0073] 在本实用新型的实施例,结合图3所示,直线两点间的应变被等效成按照距离等间隔分布(变化均匀、连续),我们可以根据垂线焦点切分的线段长度与原始直线长度比例,计算出相应的应变。

[0074] 以 $\overline{\Delta\varepsilon_{(x,y)}}$ 为例,其计算过程包括:

$$[0075] \quad \overline{\Delta\varepsilon_{(x,y)}} = \frac{\Delta\varepsilon_{(m2,n2)} - \Delta\varepsilon_{(m1,n1)}}{\sqrt{(m2 - m1)^2 + (n2 - n1)^2}} \times (x - m1) + \Delta\varepsilon_{(m1,n1)}$$

[0076] 在另外的实施例中,当所待测量点的位置落在区域边界,即图中粗黑线时,则任意选择黑线一侧的测量点为存在区域点,计算过程与上述公式相同。

[0077] 由此,在所获得的位移计阵列输出的测量数据的基础上,获得样品受压后的每个待测量点的应变数据。

[0078] 虽然本实用新型已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本实用新型。本实用新型所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本实用新型的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本实用新型的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

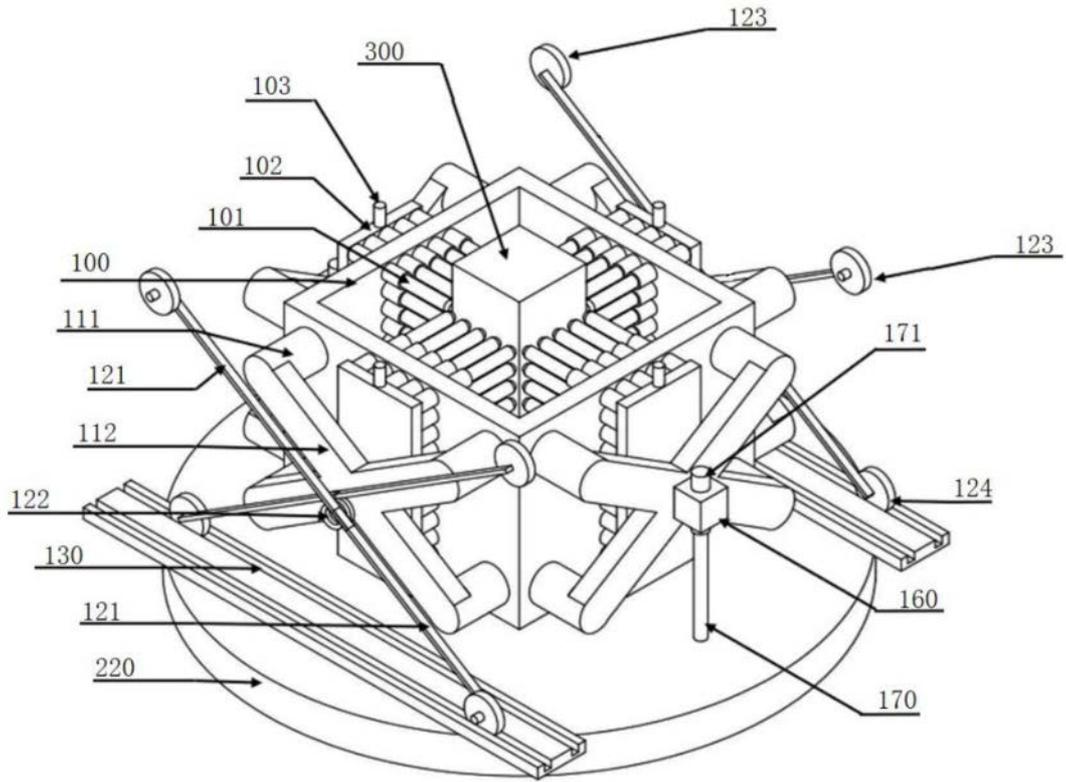


图1

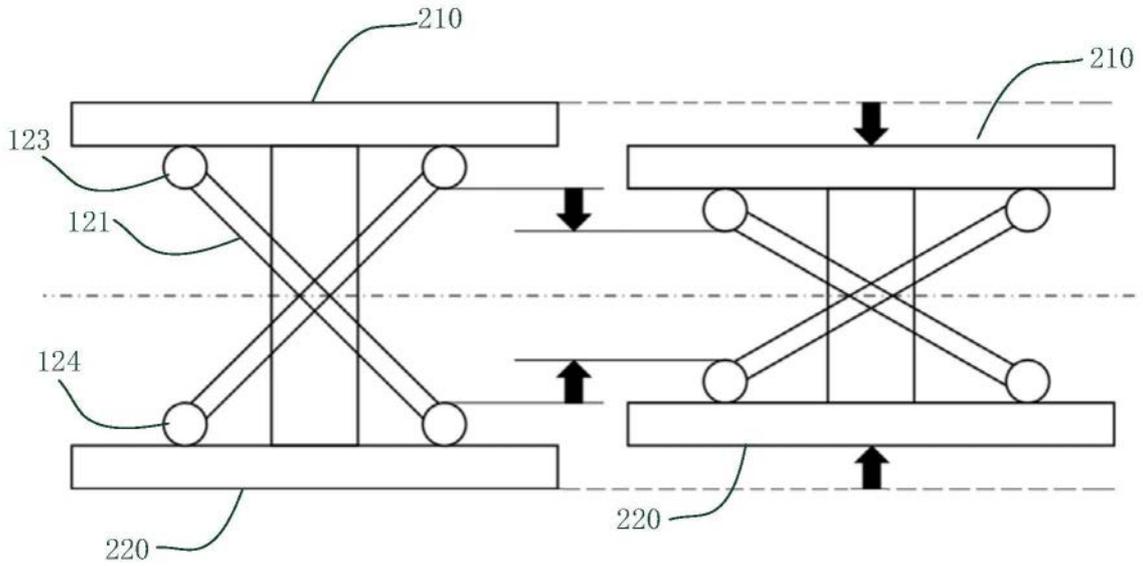


图2

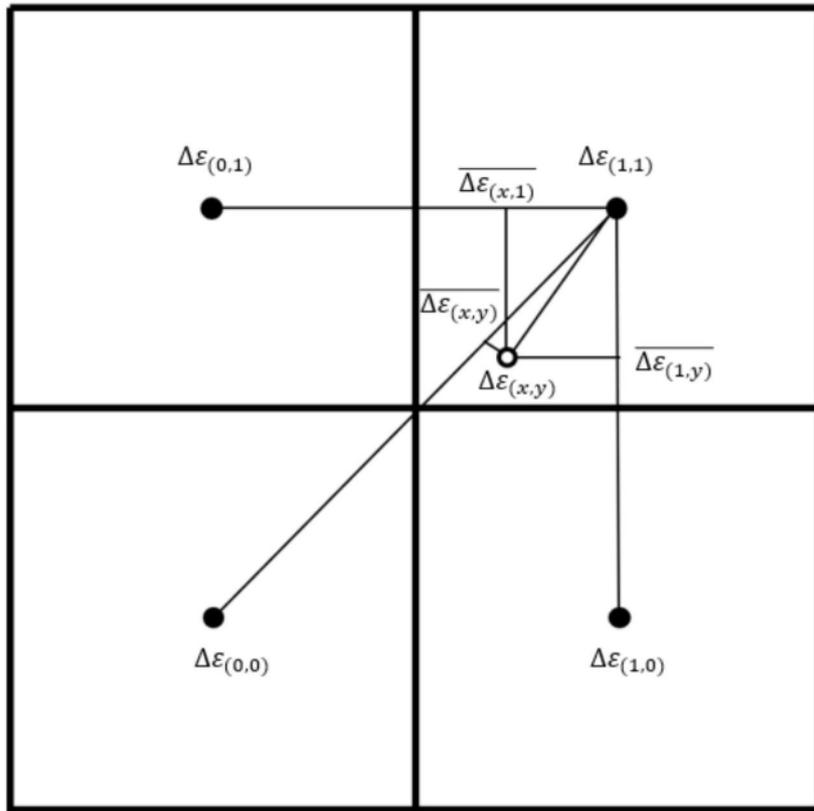


图3