(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102549376 B
(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201080036588.6
(22)申请日 2010.08.12
(30)优先权数据
0955694 2009.08.17 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.02.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2010/051708 2010.08.12
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/020968 FR 2011.02.24
(73)专利权人 欧洲宇航防务集团 EADS 法国公司
地址 法国巴黎
(72)发明人 N·茨维格尔 C·博斯凯
S·迪迪埃让
(74)专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事务所(普通合伙) 11276
代理人 刘云贵
(51)Int.Cl.
G01B 7/16(2006.01)
G01M 5/00(2006.01)
G01S 17/06(2006.01)
G01B 11/02(2006.01)
G06T 7/00(2006.01)
G01B 5/30(2006.01)
G01B 11/16(2006.01)
G01L 1/22(2006.01)

审查员 陆颖莹

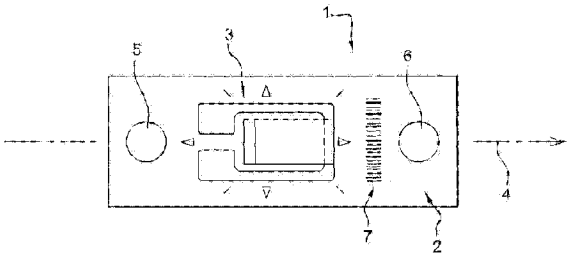
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

应变测量仪和用于对应变测量仪进行空间定位的系统

(57)摘要

本发明涉及一种应变测量仪，其包括用于安装一个通过施加的力可双向延长且同时显示其电阻的变化的元件(3)的基板(2)，所述元件(3)使自身沿所述测量仪的测量轴延长。依照本发明，所述测量仪包括能够反射入射光束的至少一个对比目标(5、6)，所述至少一个对比目标(5、6)置于所述测量仪上预定位置，使得通过检测所述至少一个对比目标(5、6)的位置而预先确定用于由所述应变测量仪(1)进行测量的轴(4)的中心。



CN 102549376 B

1.一种应变测量仪，包括用于安装一通过所施加的力能被双向延长且同时显示其电阻的变化的元件(3)的基板(2)，该元件(3)沿所述应变测量仪(1)的测量轴使自身延长，其特征在于，所述应变测量仪包括能够反射入射光束的至少一个对比目标(5、6)，所述至少一个对比目标(5、6)被放置于所述应变测量仪的预定位置，使得能够通过检测所述至少一个对比目标(5、6)的位置来确定所述应变测量仪(1)的测量轴(4)的中心，其中所述至少一个对比目标(5、6)是后向反射的目标。

2.根据权利要求1所述的应变测量仪，其特征在于，包括一个单个的对比目标(5、6)，所述目标包括用于确定所述应变测量仪(1)的测量轴(4)的至少一个标记元件。

3.根据权利要求1所述的应变测量仪，其特征在于，其包括两个沿所述测量轴(4)成一条直线排列的对比目标(5、6)，且以与所述应变测量仪(1)的中心点等距离的方式放置。

4.根据权利要求1所述的应变测量仪，其特征在于，包括被放置于所述基板(2)的外表面上的三个未排成一条直线的对比目标，以允许通过三角测量法确定所述应变测量仪(1)的中心点，所述对比目标(5、6)中的一个的形状和/或尺寸不同于其它两个对比目标(5、6)且被置于穿过所述应变测量仪的中心点的所述测量轴(4)上。

5.根据权利要求1所述的应变测量仪，其特征在于，所述对比目标(5、6)是圆形后向反射的目标。

6.根据权利要求1所述的应变测量仪，其特征在于，还包括被放置于所述基板(2)的外表面上的识别元件(7)，所述识别元件(7)使所述应变测量仪能够被独特地识别。

7.一种对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统，其特征在于，

所述应变测量仪为权利要求1-6中任何一项所述的应变测量仪，

所述系统包括光学测量系统，所述光学测量系统用于确定在所述系统的观察区域内在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个所述应变测量仪的对比目标(5、6)的三维位置，以及

计算单元用于基于被放置于所述观察区域中的所述对比目标(5、6)的三维位置，确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点位置和所述应变测量仪的取向。

8.根据权利要求7所述的对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统，其特征在于，所述光学测量系统还包括用于读取每个所述识别元件(7)的阅读器，以便将测量仪识别元件和在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪(1)的中心点位置及其取向关联起来。

9.根据权利要求7或8所述的对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统，其特征在于，所述光学测量系统包括自定位手持式三维测量传感器，该自定位手持式三维测量传感器包括激光图案投影仪、一对组合，每个组合包括一个透镜和一个光电检测器、和至少一个图像处理器，该传感器从每个光电检测器产生二维图像，所述至少一个图像处理器用于处理一对二维图像。

10.根据权利要求9所述的对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统，其特征在于，所述光学测量系统包括无线发射器，以将所述一对二维图像从所述自定位手持式三维测量传感器传输至所述图像处理器。

11.根据权利要求7所述的对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统，其特征在于，所述计算单元通过一个链接与存储单元连接，该存储单元包括至少一个文件，该文件接收在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的位置和取向，还接收其电阻变化的测量结果以及对所述应变测量仪的潜在识别。

12.一种对放置在结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的方法，其特征在于，

--所述应变测量仪为权利要求1-6中任何一项所述的应变测量仪，

--坐标系被定义与所述结构性元件相联系，

--在所述结构性元件的外表面上移动光学测量系统，在所述系统的观察区域内确定每个所述应变测量仪的对比目标(5、6)在所述坐标系中的三维位置，以及

--基于被放置在所述观察区域中的对比目标(5、6)的三维位置，确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点的位置以及所述应变测量仪的取向。

13.根据权利要求12所述的对放置在结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的方法，其特征在于，被放置在所述观察区域内的每个所述应变测量仪的识别元件(7)亦同时确定。

14.一种结构性元件的力测量系统，所述系统包括一系列应变测量仪，所述一系列应变测量仪被放置于所述结构性元件的外表面上，使得每个应变测量仪检测施加到其接触的所述结构性元件的区域的变形作为所述应变测量仪的电阻变化；以及电路单元，其与所述应变测量仪连接且将所述电阻的变化转变成输出信号，其特征在于，

--所述应变测量仪为权利要求1-6中任何一项所述的应变测量仪，

--所述系统包括光学测量系统，所述光学测量系统用于在所述系统的观察区域内确定每个所述应变测量仪的对比目标(5、6)在与所述结构性元件相联系的坐标系中的三维位置，以及

--计算单元，用于基于放置在所述观察区域中的所述对比目标(5、6)的三维位置确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点的位置和所述应变测量仪的取向。

应变测量仪和用于对应变测量仪进行空间定位的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应变测量仪，其能够以光学的方式检测其在物体表面上的位置和取向。本发明还涉及一种用于为放置于物体(例如航空器结构体)表面上的所述应变测量仪进行空间定位的系统和方法。

背景技术

[0002] 已知的结构性测试在整架航空器上进行，以证明上游由计算机化的模型进行的新的航空结构体(航空器机翼等)的结构性能的预测性的计算是否有效。这些预测性的计算使制造商能够就正在研发的产品做出早期的战略决策。

[0003] 这些结构性测试通常涉及两种测试：静负载测试和动态疲劳测试。在这些测试中，比如为了再创建在飞行中所遇到的某些负载，致动器产生施加于航空器结构体上的负载。

[0004] 因此，所述结构体响应这些应力的行为以恒定的方式、用定位于正在被测试的所述结构体的表面上的传感器进行监测。

[0005] 这些传感器是应变测量仪，也被称为应力仪，每个应变测量仪都对结构体遭受的局部变形进行测量。

[0006] 因此，这些应变测量仪中的每一个都包括一个在所施加的力的作用下可双向延长同时显示其电阻变化的元件。这个延长发生在沿定义所述测量仪的测量轴的轴的方向。通过测量电阻的这一非常低的变化，便可描绘出正在被测试的结构体在测量仪的测量区域所经受的变形。

[0007] 然而，对大尺寸结构体作测试需要大量的测量仪，通常多于1,000个，这涉及需要采用多通道和专门的数据采集系统。

[0008] 假设这些测量仪的每一个都是由合格的操作人员手动装配到结构体上的，这样的装配操作特别费力，由于每个测量仪必须要排线和校准，那便更是费力。

[0009] 每个测量仪必须被放置于结构体上的精确定义的位置，以便对应于所做出的计算和被独特地识别，从而将测量结果和正在被测试的实际结构体的精确的微小(pinpoint)区域相关联。

[0010] 然而，可以观察到在某些测量仪的定位方面不准确，能够导致例如在这些测量仪的测量轴的角取向上不准确，或者甚至导致它们的实际位置相对于它们的理论位置不准确。

[0011] 这些不准确导致了剩余偏差从而使得在所计算出的结构性部件的强度和实际的结构性部件的强度之间所进行的比较发生畸变。

[0012] 因此，使用一个可以很容易地确定测量仪在实际结构体上的确切位置和取向、从而允许实际结构体的行为和通过计算机模拟估计的值之间的比照更准确的系统可能是非常有益的。

发明内容

[0013] 因此，本发明的目的是提供一种应变测量仪，其设计简单、操作方便、经济实用，可以精确记录测量仪在结构体表面上的位置以及其测量轴。

[0014] 本发明还涉及一种用于对放在诸如航空器结构体之类的物体的外表面上的这些应变测量仪进行空间定位的系统和方法，其设计简单、操作方便、性能可靠，可以以测量仪在该物体的表面上的位置进行实时(on the fly)记录。

附图说明

[0015] 图1示出了本发明的应变测量仪的俯视图。

具体实施方式

[0016] 为了本发明目的，本发明涉及一种应变测量仪，其包括用于装配一个在所施加的力作用下可双向延长同时显示其电阻变化的元件的基板，该元件使自身沿所述测量仪的测量轴延长。

[0017] 依照本发明，这个应变测量仪包括能够反射入射光束的至少一个对比目标，所述至少一个对比目标被放置于所述测量仪上的预定位置，使得可能通过检测所述至少一个对比目标的位置来确定所述应变测量仪的中心点和测量轴。

[0018] 更好地，检测对比目标的位置因此检测测量仪的位置的这一检测操作通过将诸如激光源之类的光源发射光图案投射在这些目标的表面上以及通过检测该光图案由结构体和这些目标的反射来进行。

[0019] 在该应变测量仪的不同实施例中，本发明还涉及以下特征，这些特征必须被单独地考虑或依据技术上可行的任意组合来考虑：

[0020] --所述至少一个对比目标被放置于支持所述应变测量仪的基板的外表面上，

[0021] 因此所述至少一个对比目标可被直接地集成于所述应变测量仪中。

[0022] 可选地，这个或这些对比目标可为附加件。仅为了图示说明的目的，这个或这些对比目标可因此被放置于诸如贴片(patch)之类的支撑件上，该支撑件包括一个用于容纳应变测量仪的开口，从而对比目标被定位在该应变测量仪的周围，因此后者与正被测量的物体的表面直接接触。因此这一支撑件在形状上可以是C、U或T形，甚或是方形或矩形，其中央开口与所述应变测量仪的尺寸匹配。

[0023] -应变测量仪包括一个单个的对比目标，该对比目标包括至少一个标记元件用以确定该应变测量仪的测量轴，

[0024] 仅为了图示说明的目的，这一对比目标是含有标记应变测量仪的测量轴的凹槽的盘状物。可选地，这一对比目标可以是椭圆形或呈十字形，椭圆的一个轴或该十字形的一个分支定义应变测量仪测量轴。

[0025] 因此，应变测量仪的中心点的位置被预先确定且相对于该对比目标的中心点是已知的。

[0026] -应变测量仪包括两个对比目标，所述两个对比目标沿测量轴排列成一条直线且被放置于与所述应变测量仪的中心点呈相等距离，

[0027] -应变测量仪包括三个未排成一条直线的对比目标，所述三个对比目标被放置于所述基板的外表面上以便允许通过三角测量法确定所述应变测量仪的中心点。所述对比目

标之一的形状和/或尺寸不同于其它两个对比目标，且被放置于穿过所述测量仪的中心点的所述测量轴上，

[0028] -这些对比目标是圆形后向反射的目标，

[0029] -此外，应变测量仪包括识别元件，该识别元件放置在所述基板的外表面上，所述识别元件使所述应变测量仪能够独特地被识别出来。

[0030] 该识别元件可以是一个标签，该标签包含明确题写的认证码，如条形码，该认证码的特征被输入数据库中，以便将所述应变测量仪的位置与其识别联系起来。更好地，因此该标签在其背面上包含可重新定位的胶面。可选地，该标签可包含一个特定的只对给定频率反应的由特定的合金成分制作的金属边沿。

[0031] 最后，本发明涉及一种用于对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的系统。

[0032] 依照本发明，

[0033] -所述应变测量仪是如前所述的应变测量仪，

[0034] -所述系统包含光学测量系统，该光学测量系统用于确定在该系统的观察区域内，在与该结构性元件相联系的坐标系中每个应变测量仪的对比目标的三维位置，以及

[0035] -计算单元，其用于基于放置于观察区域中的这些对比目标的三维位置，确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点位置和所述测量仪的取向。

[0036] 该光学测量系统是非接触式测量系统。

[0037] 在本定位系统的不同实施例中，本发明还涉及以下特征，这些特征必须被单独地考虑或依据技术上可行的任意组合来考虑：

[0038] -该光学测量系统还包括用于读取每个所述识别元件的装置，以使测量仪识别元件和在与结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点的位置及其取向相关联，

[0039] 测量仪的识别元件可包含通过诸如电阻最小的线或预切割线之类的分隔线彼此相连的两个便签(tab)，从而便签可被移动并贴附到测量仪的配线上。因此这些便签中的每一个都包含相同的认证码。

[0040] -该光学测量系统包括自定位的手持式三维测量传感器，该自定位的手持式三维测量传感器包括激光图案投影仪、一对含有至少两个镜头和光电检测器的组合、和至少一个图像处理器。该传感器从每个光电检测器产生二维图像，所述图像处理器用于处理所述一对二维图像。

[0041] 为本文件的目的，“自定位”意思为系统基于所作的观察不断地计算其自身的位置和取向，同时扫描结构性元件的表面的几何形状。为了实现这一目标，所述系统使用三角测量原理并集成一传感器，该传感器不仅感测源自激光图案在结构性元件的表面上的反射的二维表面点，还感测源于所做的定位元件的观察的二维定位元件。

[0042] 更好地，光学测量系统含有测量传感器，该测量传感器包括用于至少在所述观察区域内在所述结构性元件的表面上形成光图案的光图案投影仪，用于获得所述光图案在所述结构性元件和一组定位元件的至少一部分的表面上的一对二维图像的一对摄像机，以及测量传感器的坐标系，所述定位元件附着于所述结构性元件，从而这一结构性元件和因此所述结构性元件的所述坐标系可以在空间上被移动，而所述定位元件在所述结构性元件上却是不移动的；图像处理器，其用于从所述一对二维图像中提取源自光图案的两个系列的

二维表面点和源自一系列定位元件的所述至少一部分的两个系列的二维定位元件；3D表面点计算器，用于利用所述两个系列的二维表面点来计算测量传感器的所述坐标系中的一组3D表面点；3D定位元件计算器，其用于利用所述两个系列的二维定位元件来计算测量传感器的所述坐标系中的一组3D定位元件；定位元件适配器，其通过将在测量传感器的所述坐标系中计算的所述一组3D定位元件和在结构性元件的所述坐标系中的一组参考的3D定位元件之间的对应的元件进行耦合，经计算机计算转换参数，以便描述测量传感器的所述坐标系和结构性元件的所述坐标系之间的空间转换的特征，所述一组参考的3D定位元件从之前所进行的观察中获取；3D表面点转换器，其利用所述转换参数将在测量传感器的所述坐标系中计算的一组3D表面点转换成在结构性元件的所述坐标系中的一组转换的3D表面点，3D定位元件转换器，其利用所述转换参数将在测量传感器的所述坐标系中计算的一组3D定位元件转换成在结构性元件的所述坐标系中的一组转换的3D定位元件，以及参考定位元件发生器，其用于累积所述一组转换的3D定位元件以提供和增加所述一组参考的3D定位元件。这样的光学测量系统在CREAFORM股份有限公司的专利申请WO2006/094409中有所描述。

[0043] 为了这个目的，加拿大魁北克G6V 6K9 Lévis Bél-air街的CREAFORM股份有限公司的3D手持式激光扫描仪，商品名称为HANDYSCAN 3D，尤其适合于实施本发明。

[0044] 当然，通过投射光图案以及使得能够确定结构性元件的几何结构而获得的观察区域内的表面点尤其包括每个测量仪的对比目标。

[0045] 优选地，所述定位元件是所述结构性元件的普通元件或是附加元件。

[0046] -光学测量系统包括无线发射器，以将所述一对二维图像从所述三维手持式测量传感器传输至所述图像处理器，

[0047] -所述计算单元通过一个链接与存储单元连接，该存储单元包括至少一个文件，该文件接收与所述结构性元件相联系的坐标系中的每个测量仪的位置和取向，还接收其电阻的变化的测量结果以及对所述测量仪的潜在识别。

[0048] 最后，本发明涉及结构性元件的力测量系统，所述系统包括一系列应变测量仪，所述一系列应变测量仪被放置于所述结构性元件的外表面上，使得每个应变测量仪检测施加到其接触的所述结构性元件的区域上的力作为所述应变测量仪的电阻变化；以及电路单元，其与所述应变测量仪连接且将所述电阻变化转变成输出信号。

[0049] 依照本发明，

[0050] -这些应变测量仪系如前所述的应变测量仪，

[0051] -所述系统包括光学测量系统，所述光学测量系统用于在所述坐标系的观察区域内确定每个所述应变测量仪的对比目标在与所述结构性元件联系的坐标系中的三维位置，以及

[0052] -计算单元，用于基于放置在所述观察区域中的所述对比目标的三维位置，确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点的位置和所述测量仪的取向。

[0053] 本发明将参照后附的单个附图更加详细地进行描述，所述附图表示依照本发明的一个优选实施例的应变测量仪的图示；

[0054] 所述单个附图示出了依照本发明的一个优选实施例的应变测量仪的俯视图。该应变测量仪1包括用于安装一通过所施加的力可被双向延长同时显示其电阻的变化的元件3的基板2，该元件3使自身沿测量仪的测量轴4延长。

[0055] 基板2可以是柔韧的绝缘基板，且可延展以跟随所经历的结构变形，该基板能够被涂敷在一涂层上用于保护将被延长的元件3。

[0056] 测量仪1包含两个能够反射入射光束的对比目标5、6，这些对比目标5、6被放置于支撑基板2的外表面上的预定位置，使得能够通过对这些对比目标5、6的位置进行光学检测来确定应变测量仪的理论上的中心点和测量轴4。

[0057] 这两个对比目标5、6沿测量仪的测量轴4排成一条直线，且以与所述应变测量仪1的理论上的中心点呈相等距离的方式放置，从而检测这些对比目标5、6使得能够很容易地确定该测量仪1的中心点的位置和测量轴。

[0058] 在这个例子中，这些对比目标5、6是圆形后向反光的目标。

[0059] 检测对比目标5、6的位置的检测操作优选地通过投射由手持式3D激光扫描仪发射到这些目标表面上光图案以及通过由测量仪1的结构性元件和对比目标5、6来检测该光图案的反射来进行。

[0060] 此外，测量仪包含放置于基板2的外表面上的识别元件7，该识别元件7使该测量仪1能够被独特地识别。在这个例子中，识别元件7是包含条形码的标签。

[0061] 安装在手持式3D激光扫描仪上的光学阅读器同时地确定对比目标5、6在与航空器的结构性元件相联系的坐标系中的位置和测量仪1的识别，以便将这些测量结果关联起来，这些测量结果是经手持式3D激光扫描仪的无线发射器被发送到处理单元，该处理单元包括用于处理由手持式3D激光扫描仪所获得的二维图像的图像处理器。

[0062] 该手持式3D激光扫描仪系是自定位的，优选地使对比目标5、6的位置能够实时被确定。

[0063] 仅为了图示说明的目的，由该3D激光扫描仪在结构性元件的表面上所投射的光图案可以为十字形。

[0064] 本发明还涉及一种对放置于结构性元件的外表面上的应变测量仪进行空间定位的方法。这些应变测量仪的每一个都包括用于安装一通过施加的力可被双向延长且同时显示其电阻的变化的元件的基板，该元件使自身沿测量仪的测量轴延长。

[0065] 这些测量仪每一个还都包含至少一个能够反射入射光束的对比目标，这些对比目标置于每个测量仪的预定位置，使得可能通过检测这些对比目标的位置确定相应的应变测量仪的中心点和测量轴。

[0066] 坐标系被定义与结构性元件相联系。那么，光学测量系统被在该结构性元件的外表面上移动，在该系统的观察区域内确定在所述坐标系中每个所述应变测量仪的对比目标的三维位置。

[0067] 基于放置在所述观察区域内的对比目标的三维位置，确定在与所述结构性元件相联系的坐标系中每个测量仪的中心点的位置以及该测量仪的取向。

[0068] 更好地，放置于观察区域中的每个应变测量仪的识别元件同时也被确定。

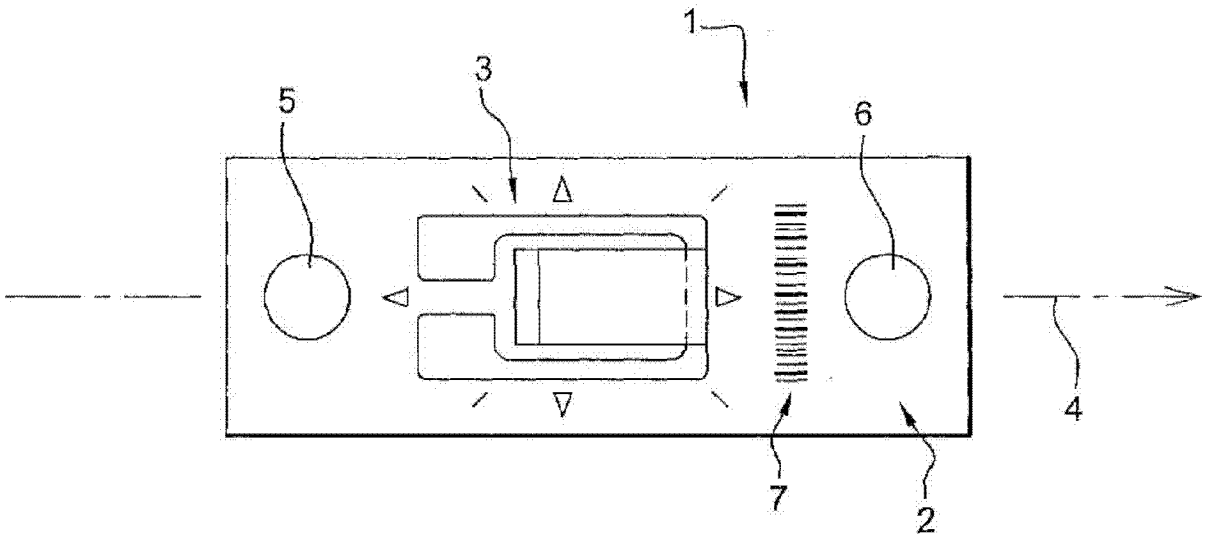


图1