



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104302466 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201380024963. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 04. 11

B29C 70/44 (2006. 01)

G01M 3/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

PA201270190 2012. 04. 16 DK

61/624, 414 2012. 04. 16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 11. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/DK2013/050100 2013. 04. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/156029 EN 2013. 10. 24

(71) 申请人 维斯塔斯风力系统有限公司

地址 丹麦奥尔胡斯

(72) 发明人 S · 瓦尔德洛佩尔

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 吕俊刚 宋教花

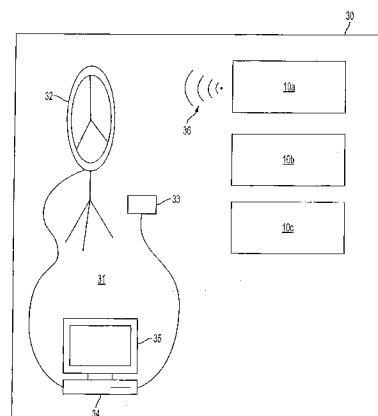
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

制造复合部件的方法和用于制造复合部件的装置

(57) 摘要

一种在模具 (10a, 10b, 10c) 中制造包含纤维增强材料的复合部件的方法, 所述方法包括以下步骤: 将纤维材料沉积在模具表面上; 利用真空膜覆盖纤维材料以形成包含纤维材料并被基本上密封的模具腔; 从模具腔排出空气; 在从模具腔排出空气的步骤期间和 / 或之后, 利用声学照相单元 (31) 检测是否存在向模具腔内漏气。



1. 一种在模具中制造包含纤维增强材料的复合部件的方法,所述方法包括步骤:
将纤维材料沉积在模具表面上;
利用真空膜覆盖所述纤维材料以形成包含所述纤维材料并被基本上密封的模具腔;
从所述模具腔排出空气;
在从所述模具腔排出空气的步骤期间和 / 或之后,利用声学照相机单元检测是否存在向所述模具腔内漏气。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,检测是否存在漏气的步骤检测漏气的位置。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,检测是否存在漏气的步骤包括:
获得所述模具的光学图像;
在从所述模具腔排出空气的步骤期间和 / 或之后,检测从所述模具发出的声波;
基于所获得的光学图像和检测到的声波生成声学图。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,从所述模具腔检测是否存在漏气的步骤包括在预定频带内检测从所述模具发出的声波。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述预定频带处于超声频率范围内。
6. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,其中,所述预定频带为从 20KHz 至 50KHz。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,检测是否存在漏气的步骤包括:
获得所述模具的光学图像;
在从所述模具腔排出空气的步骤之前,检测从所述模具发出的声波;
基于所获得的光学图像和在从所述模具腔排出空气的步骤之前检测到的从所述模具发出的声波形成第一声学图;
在从所述模具腔排出空气的步骤期间和 / 或之后,检测从所述模具发出的声波;
基于所获得的光学图像和在从所述模具腔排出空气的步骤期间和 / 或之后检测到的从所述模具发出的声波形成第二声学图;
将所述第一声学图和所述第二声学图进行比较。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,利用真空膜覆盖所述纤维材料的步骤包括:
利用密封元件将真空膜密封于模具表面。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述纤维材料包含干纤维。
10. 根据权利要求 9 所述的方法,所述方法进一步包括以下步骤:
在从所述模具腔排出空气的步骤之后,将未固化树脂引入至所述模具腔,并随后固化所述纤维材料和所述树脂以形成复合部件。
11. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其中,所述纤维材料包含预浸料坯材料,并且所述方法进一步包括以下步骤:
在从所述模具腔排出空气的步骤之后固化所述预浸料坯材料以形成复合部件。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述复合部件为风力涡轮机部件。
13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,所述风力涡轮机部件为叶片壳体、叶片翼梁、叶片翼梁端盖或叶片腹板中的一种。
14. 一种在多个模具中制造多个复合部件的方法,每个复合部件均根据前述权利要求中任一项的方法而被制造。

15. 根据权利要求 14 所述的制造多个复合部件的方法,其中,一个声学照相机单元检测多个模具是否存在漏气。

16. 一种在制造复合部件时用于检测漏气的声学照相机的应用。

17. 一种用于制造包含纤维增强材料的复合部件的装置,所述装置包括:

模具,所述模具具有模具表面,在使用时纤维材料被沉积在所述模具表面上;

真空膜,所述真空膜用于覆盖所述纤维材料,以形成包含所述纤维材料并基本上被密封的模具腔;

真空泵,所述真空泵用于从所述模具腔排出空气;

声学照相机单元,所述声学照相机单元用于检测是否存在向所述模具腔内漏气。

制造复合部件的方法和用于制造复合部件的装置

[0001] 本发明涉及用于制造复合部件的方法和装置。特别地,本发明涉及用于在复合部件的制造过程中检测泄漏的方法和装置。

[0002] 当使用真空辅助树脂灌注技术或者预浸料坯 (prepreg) 技术来成型复合部件的时候,需要利用通常被称为真空袋的不可渗透膜来覆盖将要制造的复合部件。真空袋对模具进行密封,从而消除漏气并产生包含纤维材料的基本上密封的空间。真空泵随后会从基本上密封的空间排出空气以产生有效空间,其致使真空袋施加压力至纤维材料。在树脂灌注的情况中,这种真空还致使树脂将被灌注至干纤维内。为了在真空袋和模具之间产生气密的密封,在模具和真空袋之间通常会使用丁基橡胶密封带。

[0003] 必要的是,不应存在向密封腔内漏气。如果存在至密封腔内的孔,例如 (i) 在模具和真空袋之间,由密封带内的孔等所导致的孔,或者 (ii) 在真空袋自身内的孔,那么树脂就不会被完全灌注至纤维材料内,并且这会导致材料内尚未被树脂浸渍的纤维干斑。这些干斑将导致复合材料强度的降低。

[0004] 在极端的例子中,这会导致复合部件在制造之后被废弃,因为其并不具有所期望的强度特性。在一种例子中,风力涡轮机叶片外壳的长度可能会超过 60 米,并且甚至是真空袋或封条内极小的孔都会导致如上所述的问题。当制造非常大的复合部件的时候,重要的当然是将要被制造的复合部件应被恰当地成型,否则整个部件可能会需要被废弃。

[0005] 据此,本发明的目的在于提供用于快速地和容易地识别当制造复合部件的时候可能存在于模具腔的任何泄漏的方法和装置。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了在模具中制造包含纤维增强材料的复合部件的方法,所述方法包括以下步骤:在模具表面上沉积纤维材料;利用真空膜来覆盖纤维材料以形成包含纤维材料并基本上被密封的模具腔;从模具腔排出空气;在从模具腔排出空气的步骤期间和/或之后,利用声学照相机单元检测是否存在向模具腔内漏气。

[0007] 用于检测漏气的声学照相机的使用有效地降低了制造复合部件的周期时间。这是因为操作者可以快速地识别是否存在漏气并采取修复步骤来停止漏气。

[0008] 优选地,检测是否存在漏气的步骤检测漏气的位置。

[0009] 检测是否存在漏气的步骤可以包括:获得模具的光学图像;在从模具腔排出空气的步骤期间和/或之后检测从模具发出的声波;基于所获得的光学图像和检测到的声波来生成声学图。

[0010] 优选地,检测模具腔是否存在漏气的步骤包括以预定频带检测从模具发出的声波。优选地,所述的预定频带为超声频率范围。所述的预定频带可以是 20KHz 至 50KHz。

[0011] 检测是否存在漏气的步骤可以包括:获得模具的光学图像;在从模具腔排出空气的步骤之前检测从模具发出的声波;基于所获得的光学图像和在从模具腔排出空气的步骤之前检测得到的从模具发出的声波生成第一声学图;在从模具腔排出空气的步骤期间和/或之后检测从模具发出的声波;基于所获得的光学图像和在从模具腔排出空气的步骤期间和/或之后检测得到的从模具发出的声波生成第二声学图;并将第一声学图和第二声学图相比较。

[0012] 优选地,利用真空膜覆盖纤维材料的步骤包括:利用密封元件将真空膜密封于模具表面。

[0013] 纤维材料可以包含干纤维。所述方法可以进一步包括以下步骤:在从模具腔排出空气的步骤之后,将未固化树脂引入至模具腔,并且随后固化纤维材料和树脂以形成复合部件。

[0014] 纤维材料可以包括预浸料坯材料,并且所述方法可以进一步包括在从模具腔排出空气的步骤之后固化预浸料坯材料以形成复合部件的步骤。

[0015] 优选地,所述复合部件为风力涡轮机部件。所述的风力涡轮机部件可以是叶片壳体、叶片翼梁、叶片翼梁端盖或叶片腹板 (blade web) 之一。

[0016] 根据本发明,提供了在多个模具中制造多个复合部件的方法,每个复合部件均根据如上所述的方法而被制造。优选地,一个声学照相机单元检测多个模具是否存在漏气。

[0017] 根据本发明的第二方面,提供了制造复合部件时声学照相机在检测漏气的应用。

[0018] 根据本发明的第三方面,提供了用于制造包含纤维增强材料的复合部件的装置,所述装置包括:模具,该模具具有模具表面,在使用时在该模具表面上沉积纤维材料;真空膜,该真空膜用于覆盖纤维材料以产生包含纤维材料并基本上被密封的模具腔;真空泵,该真空泵用于从模具腔排出空气;声学照相机单元,该声学照相机单元用于检测是否存在向模具腔内漏气。

[0019] 现在将仅通过示例的方式参考附图对本发明进行描述,附图中:

[0020] 图 1 为模具的示意性横截面;

[0021] 图 2 为声学照相机单元和三个模具的示意图;

[0022] 图 3a 为风力涡轮机叶片壳体模具的平面图;

[0023] 图 3b 为具有显示器的计算机的示意图,该显示器显示了所生成的声学图;

[0024] 图 4 为根据本发明处理的流程图。

[0025] 图 1 示出模具 10 的示意性截面视图。模具 10 被用于使用树脂灌注技术来制造复合部件,以形成例如用于风力涡轮机叶片壳体的纤维增强塑料部件。模具 10 包括模具表面 11,在模具表面 11 上铺放有一堆纤维材料,其在该示例中为玻璃纤维薄片 12。在纤维堆 12 的上方设置有脱模布层 13,并且在脱模布层 13 的上方设置有树脂分布层 14。在这些层的上方设置不可渗透真空袋 15,其利用密封带 16 密封至模具表面 11。真空袋 15 对模具 10 进行密封以消除漏气并因此产生基本上密封的包含纤维堆 12 的模具腔 17。当模具腔 17 被排空的时候,在模具腔中形成的真空通常为总真空的 80% 至 95%。这是复合加工领域已知的真空灌注工艺,因此在这里不进行详细描述。

[0026] 真空泵 18 通过管道 19 从模具腔 17 移除空气,以在模具腔中产生有效真空,其致使真空袋 15 将压力施加至纤维堆 12。提供树脂源 19,树脂通过树脂管道 20 而被引入至模具腔 17 并通过阀 21 而被控制。真空致使树脂流过模具腔 17 并遍布纤维堆 12 而分布。随着树脂的扩散,其会渗入纤维堆 12,并且热空气围绕模具腔 17 循环以固化树脂。在这种方式中,复合部件被制造。在该示例中所使用的树脂为热固性树脂,例如环氧树脂。

[0027] 为了在真空袋 15 和模具表面 11 之间产生气密的密封,并提供用于真空管道 19 和树脂管道 20 的开口,密封带为丁基橡胶密封带。密封带 16 在本质上为粘性的,并用于将真空膜 15 粘附至模具表面 11 以产生密封。密封带 16 为可变形的并且在通过真空泵 18 产生

的真空压力下压缩以填充真空袋 15 和模具表面 11 之间由这些表面中任何的不规则性所产生的任何小的间隙。

[0028] 然而,即便利用这种密封,也存在在模具表面 11 和真空袋 15 之间具有小孔的危险。这将导致模具腔 17 外部的空气被吸进纤维堆 12 内,因为相对于外部空气压力来说其处于有效真空下。这可能会导致低质量的复合部件,因为复合部件可能会因漏气而由不存在树脂的区域形成。这会导致复合部件被废弃,因为其并不具有所期望的强度特性。

[0029] 在利用树脂灌注纤维堆 12 之前,首先需要检查模具腔 17 的真空完整性。为此,真空计(未示出)被用于测量模具腔 17 内的真空。当通过泵 18 抽真空时,泵 18 会被分离并利用真空计来实施真空下降测试。操作者将期望检查模具腔 17 内的真空并未下降预定量,例如在 10 分钟内 2 个百分点。

[0030] 然而,即使向模具腔 17 内漏气是明显的,对于操作者来说也极其难于发现漏气的位置。在涉及制造风力涡轮机叶片壳体的示例中,叶片的长度为 60 米,并且真空袋 15 覆盖整个模具表面 11。这意味着存在至少 120 米的密封带 16(即叶片壳体每侧 60 米),并且漏气潜在地可能位于沿着这 120 米的密封带的任何位置,或者可能甚至会存在多处漏气。此外,甚至会存在来自实际的真空袋 15 内的孔的漏气。可以理解的是,寻找漏气的位置并使人确信漏气导致模具腔内的下降是极其耗时的。

[0031] 图 2 示出根据本发明的装置,用于检测多个不同的模具 10 的泄漏。图 2 示意性地例示了工厂车间 30 的平面图,在车间内具有三个模具,其被指示为 10a、10b 和 10c。

[0032] 声学照相机单元 31 被提供以检测模具 10a、10b 和 10c 的泄漏。声学照相机单元 31 包括声学照相机 32、光学照相机 33 和具有显示器 35 的计算机 34。声学照相机 31 被构造为检测并识别模具 10a、10b 和 10c 的泄漏。概括地说,声学照相机单元 31 通过照相机 33 提供模具的光学图像,并且在这种光学图像上叠加有由声学照相机 32 拍摄的声学图。模具处的任何漏气将产生声音,并且声学控制单元 31 将通过所发出的声音来识别空气的泄漏。漏气的位置可以通过声学照相机 32 而被确定并显示在显示器 35 上。在图 2 中,漏气在模具 10a 处通过示意性的声波 36 来鉴别。在模具腔 17 已被排空之后,并且在模具腔存在漏气以使得模具腔 17 外部的空气流入模具腔内,在空气被吸入至模具腔 17 内时就会存在“嘶嘶声”。这种嘶嘶声为超声范围内(典型地为 20KHz 至 50KHz)的噪音。

[0033] 声学照相机 32 包括一系列麦克风,其围绕被紧固至三角架的圆管均匀地分布。这一系列的麦克风通过电缆而被连接至计算机 34,计算机 34 包括处理器,该处理器用于基于由麦克风阵列记录的声音以及根据由同样通过电缆连接至计算机的光学照相机 33 获得的图像来产生声学图。照相机 33 可以是静物照相机或者其可以是摄像机,该摄像机被构造为例如以每秒六帧拍摄图像。

[0034] 图 3a 和图 3b 示出声学照相机单元 31 在实际中如何工作。在图 3a 中,模具 10 为风力涡轮机叶片壳体模具,其长度为 60 米。图 3a 为壳体模具 10 的平面图。取决于模具的尺寸,存在三个真空泵 18 和三个树脂 19 源来确保铺放在模具 10 中的纤维材料由树脂完全浸渍。在模具腔 17 已被排空之后,通过模具 10 的照相机 33 而获得光学图像,并且该光学图像被显示在计算机显示器 35 上。这在图 3b 中示出。声学照相机 32 检测源自模具 10 的声音来源并将它们叠加在光学图像的上方。如在图 3b 中所示的,黑环 40 和 41 表示在那些特定的位置处存在源自模具腔的声音来源。这些声音来源源自真空袋 15 和模具表面 11 之

间的泄漏,从而使得空气流入模具腔内产生噪音。声学照相机单元 31 并不仅仅识别噪音的位置,而且还指出噪音的等级。

[0035] 例如,如在图 3b 中所示的,存在两个噪音源,即模具后缘上的源 40 和模具前缘上的源 41。环的尺寸向操作者指示泄漏的严重程度。所以,如可在图 3b 中示出的,由 40 标识的泄漏被示出比由 41 标识的泄漏更大的环,因此操作者将认识到由 40 标识的泄漏比由 41 标识的泄漏更加严重。

[0036] 当然,在模具所位于的工厂环境中,相比于向模具腔 17 内的泄漏来说将存在大量其他的噪音源。例如,将存在操作者噪音和源自真空泵 18 的噪音。声学照相机单元 31 被调整以使得其为频率选择性的 - 其仅显示极可能由向模具腔 17 内的泄漏产生的频率范围内的声音源。如上所提及的,流入至模具腔 17 内的空气将产生超声范围内的声音,并且声学照相机单元 31 被构造为使得其仅显示这种超声范围内的声音源。在这种方式中,其它的声音源,例如真空泵 18 或者操作者噪音并不会被显示在显示器 45 上。这使得其对于操作者来说特别易于识别模具处的泄漏源。

[0037] 声学照相机单元 31 实时识别泄漏源,即在显示器 35 上生成的声学图像将表示在任意时刻于模具处出现的声音源。为了便于此,照相机 33 还可以是摄像机,用来实时获得光学图像。

[0038] 声学照相机单元 31 可以节省大量的时间和金钱,源自模具的泄漏可以在它们的位置处极其快速地被识别。表示存在泄漏的源自模具 10 的声音来源可被精确地定位,甚至是在数十米的距离处。因此,如在图 2 中所示的,单独的声学照相机单元 31 可被用于监控多个模具。在图 2 中所示的示例中,仅三个模具被示出,但是本领域技术人员将认识到任意数量的模具都可被设置在声学照相机的范围内。在本发明特别的示例中,声学照相机 32 和光学照相机 33 可被安装至工厂的天花板,从而使得其以平面视图的方式向下观察车间内所有的模具。

[0039] 声学照相机单元 31 的一个特别的优点在于操作者不仅仅可以寻找每个模具的声音源,而且可以同时地监控多个特别大的模具,其允许操作者快速地识别任意泄漏。

[0040] 图 4 为用于检测泄漏的方法流程图。在步骤 40 中,纤维材料成堆 12 地铺放在模具表面上。尽管仅描述了一堆纤维材料 12,但是本领域技术人员将认识到其它的层压形式也可被构造,例如复合夹心部件,其例如具有纤维表皮和蜂窝芯。在步骤 41 中,纤维堆 12 覆盖有真空袋,并且在步骤 42 中,真空袋被密封至模具表面,从而形成密封的模具腔。

[0041] 在步骤 43 中,运行真空泵从而从模具腔排出空气并在模具腔内形成有效真空。在步骤 44,获得模具的光学图像,并且如上所述的,这可以通过静物照相机或者摄像机来获得。在步骤 45,用声学照相机检测从模具发出的任何声音。在步骤 46 中,将所获得的模具的光学图像和利用声学照相机检测到的声音叠加在一起以形成声学图,并且其被显示在显示器上以由操作者进行监控。

[0042] 在步骤 47,操作者确定模具是否存在漏气,并且漏气可以源自真空袋和模具表面之间的密封内的孔或者真空袋内的实际的孔。操作者基于在声学图中被识别的任何声音源来确定是否存在漏气。

[0043] 如果操作者确定存在漏气,那么漏气应当在步骤 42 通过将真空袋再次密封至模具表面而被修复(或者如果孔位于真空袋自身内,那么该孔可以被修补)。一旦操作者确信

不存在漏气,那么可以在步骤 48 开始将树脂灌注至模具腔内的步骤。在将树脂灌注至模具腔和纤维材料内的步骤之后,在步骤 49 按本技术领域所公知的以预定温度和预定时间而固化树脂,从而形成复合部件。

[0044] 利用声学照相机 32 检测从模具发出的声波的步骤可以在从模具腔排出空气的步骤期间或之后发生。当泵 18 实际上从模具腔 17 排出空气并且在密封中存在泄漏的时候,空气将仍从外部吸入至模具腔 17 内,其将产生可由声学照相机检测到的嘶嘶声。

[0045] 如前面已经描述的,声学照相机单元 31 被构造为使得其仅检测从模具发出的超声范围内的特定频带内的声音。然而,工厂 30 内还可能发出超声范围内的声音的设备,并且因此,这些声音也将表示在声学图内,并且其可能会导致操作者在识别是否存在至模具腔内的任何泄漏时存在问题。为解决这一点,声学照相机单元 31 可以在从模具腔排出空气之前产生第一声学图。这种第一声学图因此将包括由工厂内的其他设备发出的超声范围内的任何声音。随后,可以通过使用真空泵 17 排空模具腔 17,并且声学照相机单元 31 可以在模具腔 17 已被排空之后产生第二声学图。

[0046] 随后将第一声学图和第二声学图进行比较,并且在第一声学图和第二声学图中均被识别的任何声音源可以被忽略,因为它们不可能是空气泄露,因为在第一声学图的生成过程中模具腔尚未被排空。以这种方式,操作者可以容易地识别是否存在任何漏气。

[0047] 声学照相机 32 和光学照相机 33 可以是与计算机 34 和显示器 35 相距较远的,其允许操作者位于设置有模具的工厂的另一部分中。此外,声学照相机单元 31 可以是便携式的,允许其被移动至工厂内的不同位置以监控不同的模具。

[0048] 尽管本发明已经参照树脂灌注技术(并且特别是使用干纤维材料 12 的真空辅助树脂灌注技术)进行了描述,但是本发明还可用于其它的复合加工技术,例如预浸料坯加工。在预浸料坯加工中,铺放在模具中的纤维材料为利用树脂预浸渍的,并且因此不再需要树脂 19 源。然而,在预浸料坯加工中,仍需要将真空袋 15 施加至复合材料上并从模具腔排出空气,并且由此,本发明还可以检测预浸料坯加工技术中的泄漏。

[0049] 本发明已经参考风力涡轮机叶片壳体的制造进行了描述。然而,本发明还适用于制造包括风力涡轮机部件的其它复合部件,例如风力涡轮机叶片的翼梁、风力涡轮机叶片的翼梁端盖、风力涡轮机叶片的抗剪腹板或风力涡轮机的吊舱。

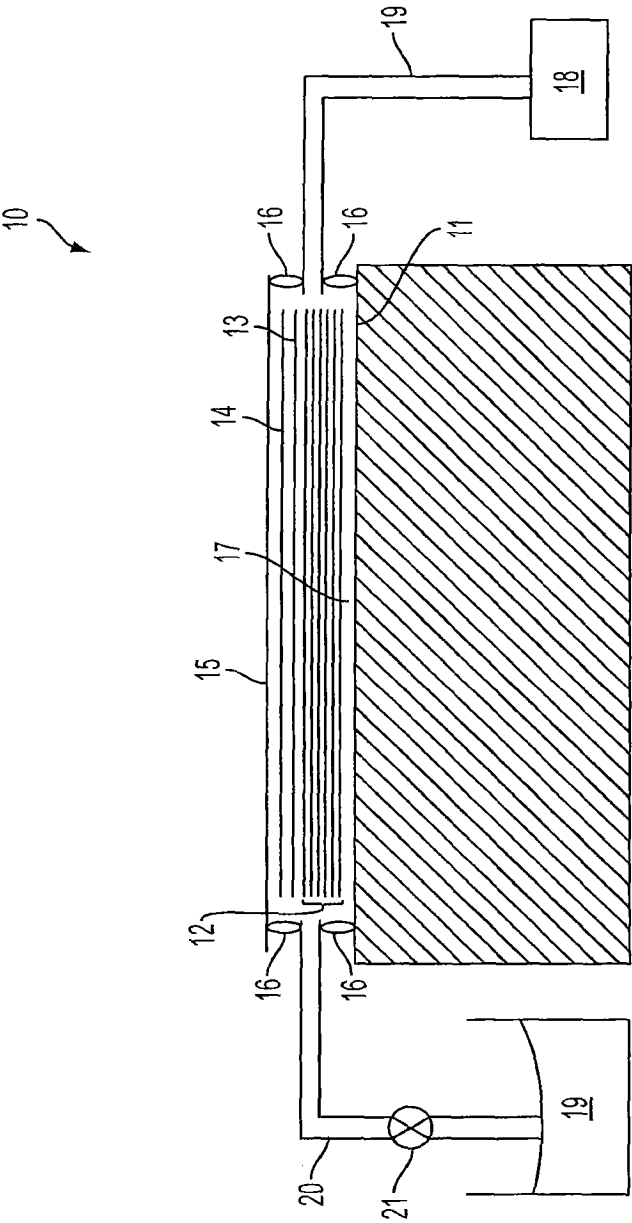


图 1

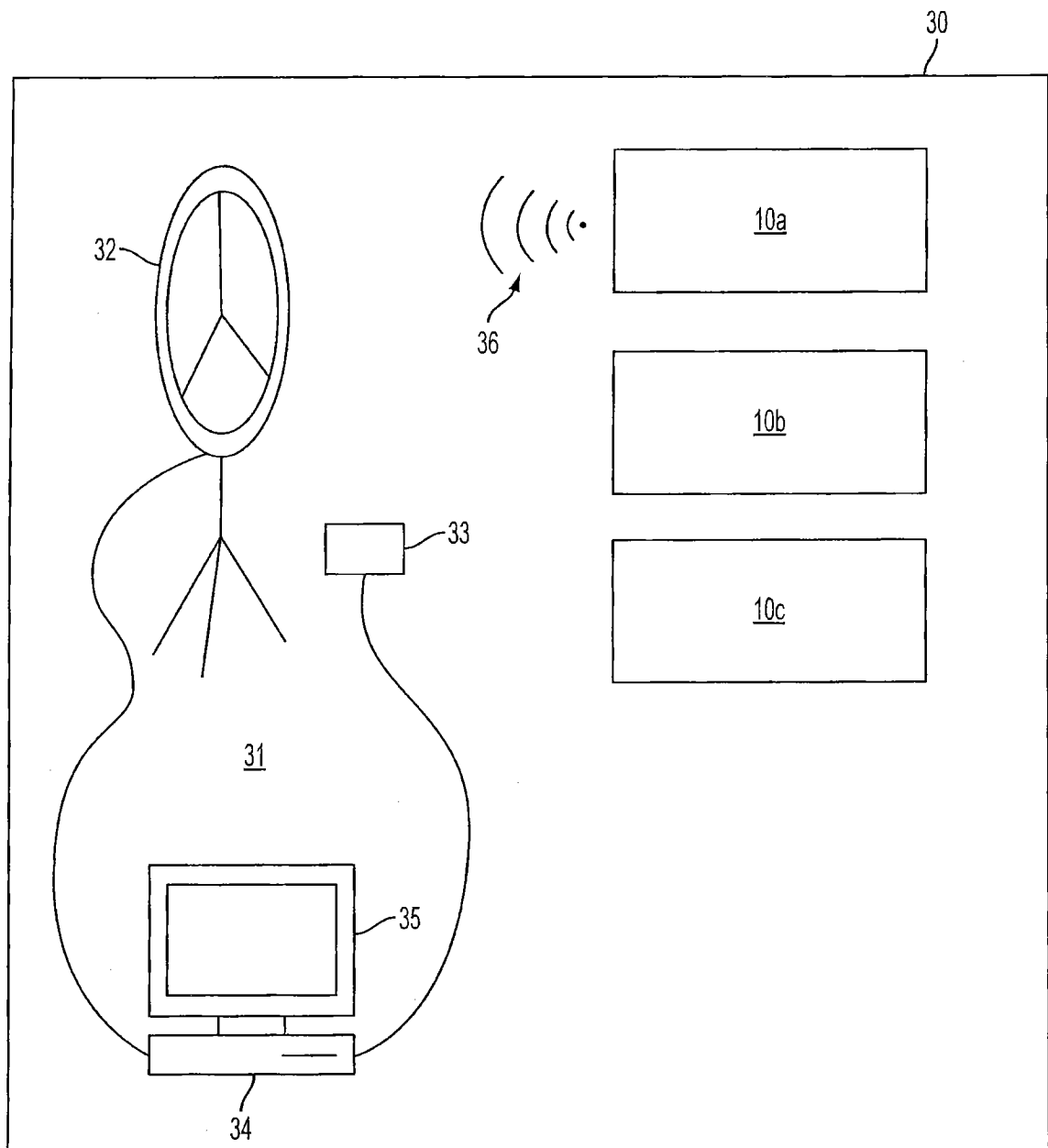


图 2

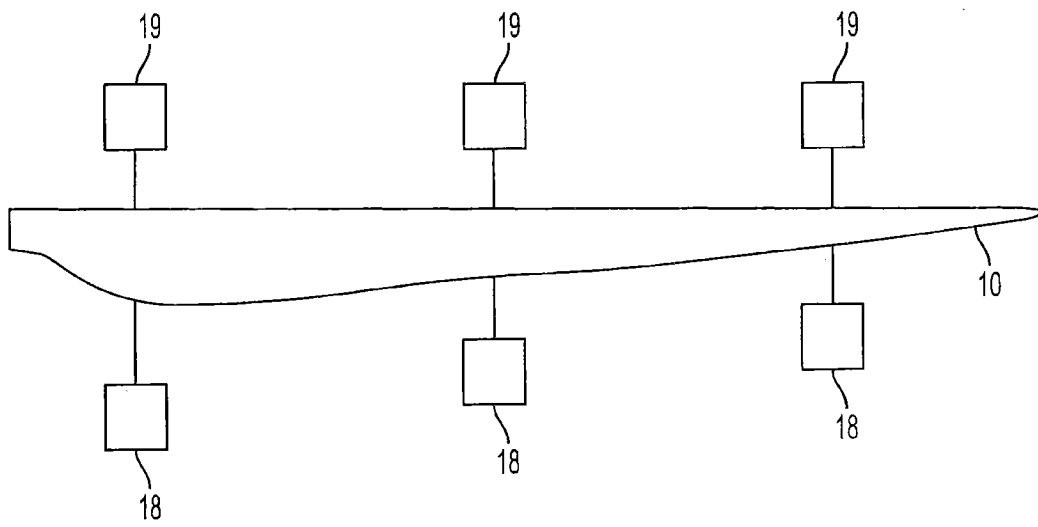


图 3a

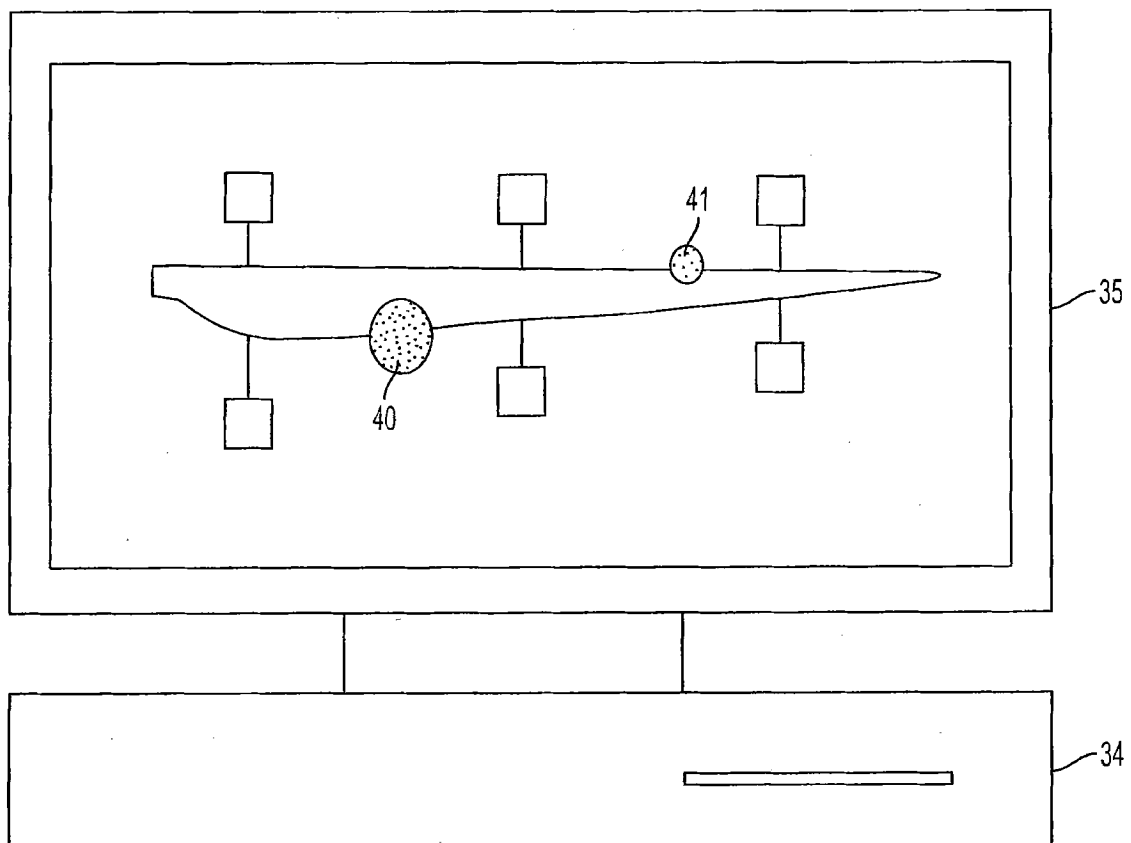


图 3b

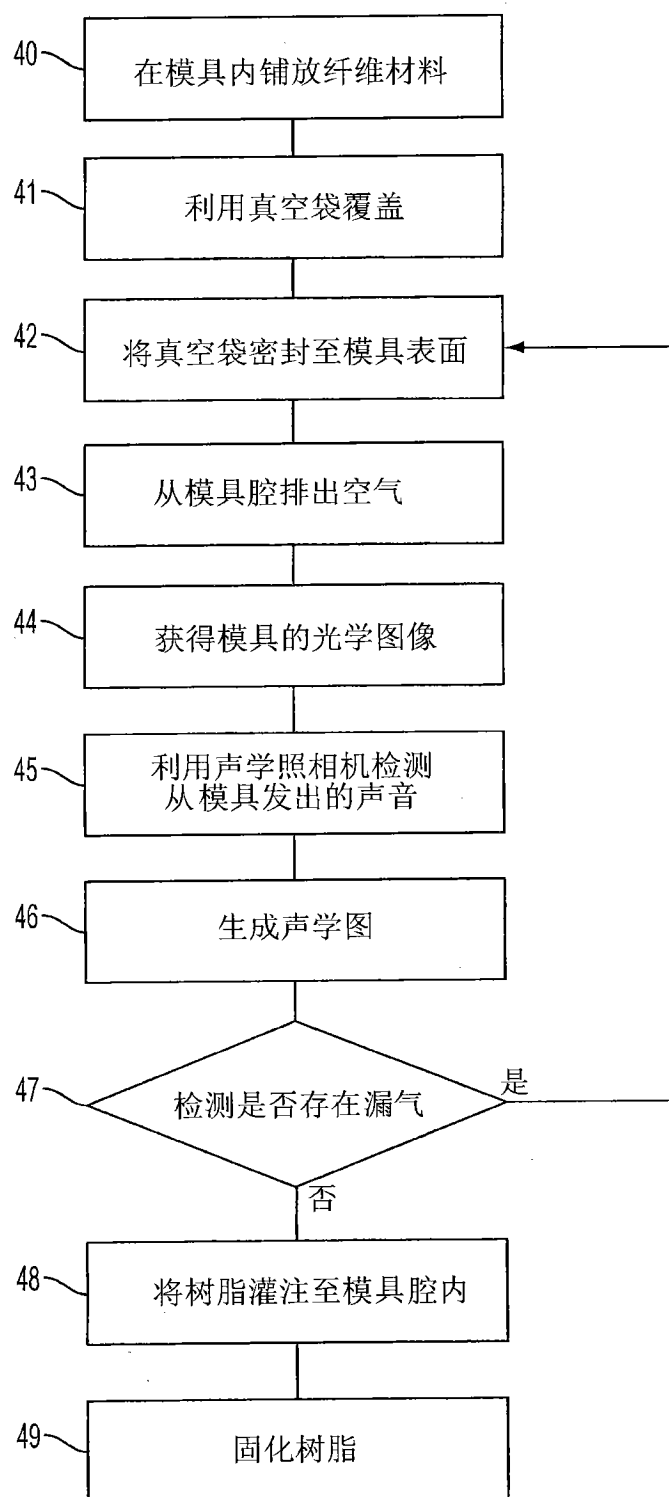


图 4