

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B29C 35/02 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880004516.6

[43] 公开日 2009年12月16日

[11] 公开号 CN 101605645A

[22] 申请日 2008.1.31

[21] 申请号 200880004516.6

[30] 优先权

[32] 2007.2.9 [33] GB [31] 0702601.6

[86] 国际申请 PCT/GB2008/050062 2008.1.31

[87] 国际公布 WO2008/096167 英 2008.8.14

[85] 进入国家阶段日期 2009.8.7

[71] 申请人 空中客车英国有限公司

地址 英国布里斯托尔

[72] 发明人 大卫·格雷厄姆·因斯通

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 党晓林

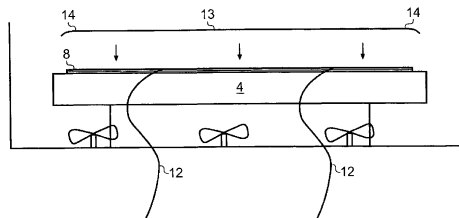
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

[54] 发明名称

用于固化热固性材料的方法和设备

[57] 摘要

用于固化热固性材料(8)的方法和设备。所述方法包括：用液体加热介质加热所述材料；用固化传感器(12)测量所述材料的电性质或光学性质；以及依照所述材料的测量性质调节所述液体加热介质的温度。



- 1、一种固化热固性材料的方法，所述方法包括：
用液体加热介质加热所述材料；
用固化传感器测量所述材料的电性质或光学性质；以及
根据所述材料的测量性质调节所述液体加热介质的温度。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述固化传感器测量所述材料的性质，该性质为胺反应的进展的特征。
- 3、根据权利要求1或2所述的方法，其中，所述固化传感器将辐射发送至所述材料中，并且测量所述材料的光学反射性质。
- 4、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，所述固化传感器测量所述材料在大于700nm波长处的光学性质。
- 5、根据权利要求1或2所述的方法，其中，所述固化传感器测量所述材料的介电性质。
- 6、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，所述固化传感器物理接触所述材料。
- 7、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，所述热固性材料包括合成材料的基体相。
- 8、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，所述热固性材料包括环氧树脂。
- 9、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，所述液体加热介质包括乙二醇。
- 10、根据前述权利要求的任一项所述的方法，所述方法还包括通过抽空所述材料和真空袋之间的空腔来压缩所述材料。
- 11、根据权利要求10所述的方法，所述方法还包括将所述真空袋与液体加热介质接触。
- 12、根据前述权利要求的任一项所述的方法，所述方法还包括搅拌所述液体加热介质。
- 13、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，通过冷却所述

液体加热介质来调节所述液体加热介质的温度。

14、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，通过加热所述液体加热介质来调节所述液体加热介质的温度。

15、根据前述权利要求的任一项所述的方法，其中，通过将所述液体加热介质与不同温度的液体混合来调节所述液体加热介质的温度。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述液体在固化槽中被混合，所述材料被浸入到所述固化槽中。

17、一种用于固化热固性材料的设备，所述设备包括：

固化传感器，所述固化传感器用于测量所述材料的电性质或光学性质；和

控制器，所述控制器与所述固化传感器联接，并构造成根据所述固化传感器的输出调节液体加热介质的温度。

18、根据权利要求 17 所述的设备，所述设备还包括：固化槽；一个或多个与所述固化槽联接的热液体保持槽；和一个或多个与所述固化槽联接的冷液体保持槽。

19、根据权利要求 18 所述的设备，其中，所述热液体保持槽与所述固化槽经一个或多个热液体入口联接；并且所述冷液体保持槽与所述固化槽经一个或多个冷液体入口联接。

用于固化热固性材料的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种用于固化热固性材料的方法和设备，典型但并不是排他地，所述材料是合成材料。

背景技术

传统的合成材料在压热器或加热室中固化。众所周知由于气体介质和固体固化成分之间的不良传热，压热器或加热室的效率低并且消耗大量的能量和时间。液体到固体的传热要好很多。WO96/07532 中描述了利用液体加热介质的固化合成材料的方法。

快速固化中存在商业效益并且可预期还存在性能效益（但至今未证实）。然而，由于一些热固性材料的放热倾向-即，经历由正反馈促进的放热反应，很难以控制方式实现快速加热（即使利用 WO96/07532 中描述的方法）。剧烈的放热容易破坏合成材料制品（并且可能也破坏工厂）。

WO96/07532 中描述了温度控制的元件。温度传感器设置在一个或两个含液体的压力室内，以便能控制热交换器以将液体维持在期望的温度和时间表。然而，由于放热和导致的温度升高之间存在延时，所以所述控制系统不能充分快速起作用以阻止放热。即，太晚探测到温度升高以至于不能阻止放热。同样，WO96/07532 中的温度传感器将不能精确地探测固化程度以能够控制温度朝着固化过程的终点升高。

发明内容

本发明的第一方面提供一种固化热固性材料的方法，所述方法包括：
用液体加热介质加热所述材料；
用固化传感器测量所述材料的电性质或光学性质；以及
根据所述材料的测量性质调节所述液体加热介质的温度。

本发明的第二方面提供一种用于固化热固性材料的设备，所述设备包括：

固化传感器，所述固化传感器用于测量所述材料的电性质或光学性质；和

控制器，所述控制器与所述固化传感器联接，并构造成根据所述固化传感器的输出调节液体加热介质的温度。

光学传感器或电子传感器的使用对所述材料中发生的化学变化进行直接测量，延时比温度测量小。

而且光学传感器或电子传感器的输出能提供固化程度的指示，以及提供固化程度的变化率（即，固化速率）的指示。因此可响应固化程度的变化、固化速率、和/或固化程度的高阶微分来调节所述液体加热介质的温度。

所述液体加热介质的温度可在调节步骤中被冷却或加热。在冷却的情况下，这样能用来部分地抑制固化反应以阻止放热发展。在加热的情况下，这样能用来在固化过程良好发展时促进固化反应（因此放热的风险较低）。

所述固化传感器的输出可提供诸如电容、电导率、介电常数或介电损耗因数的电性质的指示。在介电测量的情况下，可使用例如 Netsch™ DEA 230 Epsilon 系列的传感器。

关于电测量的问题在于它们常受到电干扰并且需要被防护。因此在一个可选实施方式中，所述传感器测量所述材料的光学性质。由于不存在受到电干扰的问题，人们认为光学性能更直接地表现出所述材料中发生的化学变化。

所述光学性能可以是例如紫外光/可见（光）区域中的荧光性、折射率或红外性。优选地，所述固化传感器将辐射发送至所述材料中，并且测量所述材料的光学反射性质。

红外性质（即，所述材料在 700nm 和 1mm 之间波长的光学性质）的测量是最优选的，因为被认为是最直接地表现出所述材料中发生的化学变化。

典型地，所述传感器与所述材料物理接触：嵌入所述材料内或与所述材料的边缘相邻接。

所述方法可应用到单组分材料，但是优选地所述热固性材料含有合成材料的基体相。最典型地，所述合成材料含有纤维加强的合成材料，所述纤维可是例如碳纤维或玻璃纤维。

典型地，所述热固性材料含有环氧树脂。在这种情况下，所述固化传感器典型地测量所述环氧树脂的胺反应的进展。

所述液体加热介质可含有水，但是为了达到足够的高温，例如乙二醇的惰性有机液体是优选的。可选地，可使用假液体，例如玻璃球珠体或如 US5051226 所述的流化床。因此应当理解本文中使用的术语“液体”包括所述假液体。

所述材料可位于模具表面和背衬表面之间，每个表面形成各自的压力室的壁，例如如 WO 96/07532 所示。在这种情况下，必须对所述液体加压以压缩所述材料。然而，更优选地通过抽空所述材料和真空袋间的空腔来压缩所述材料。优选地所述材料被浸入槽中的液体中，且所述液体物理接触所述真空袋。

优选地，通过将所述液体加热介质与不同温度的液体混合来调节所述液体加热介质的温度。所述混合可发生在槽（所述材料在该槽中浸入液体）中，或发生在所述槽的上游。这能与 WO 96/07532 的图 3 中描述的过程形成对照，在该过程中所述压力室中的液体由另一个温度的液体替换而没有混合。

典型地，所述方法还包括例如利用旋转的或往复运动的搅拌器搅拌所述液体。这使得传热到所述材料和/或从所述材料传热更加均衡，并且实现更好的液体混合。

典型地，所述设备还包括一个或多个与固化槽联接的热液体保持槽；和一个或多个与所述固化槽联接的冷液体保持槽。所述保持槽因而能被依次操作以调整温度。优选地，所述热液体保持槽经一个或多个热液体入口与所述固化槽联接；并且所述冷液体保持槽经一个或多个冷液体入口与所述固化槽联接。这消除了对如 WO 96/07532 的图 3 所示的复杂混

合阀的需求。

附图说明

现在将参考附图描述本发明的实施方式，其中：

图 1 是固化槽的示意性立体图；

图 2 是所述固化槽的示意性剖视图；

图 3 是嵌入预浸料坯层中的电介质固化传感器的截面图；

图 4 是嵌入所述层的所述固化传感器的截面图；

图 5 是所述电介质固化传感器的平面图；并且

图 6 是完整系统的固化槽的示意性剖视图。

具体实施方式

图 1 所示的固化槽 1 包括基部 2、一对侧壁 3 和一对端壁（未示出）。在该槽用于固化机翼蒙皮的情况中，该槽可长 35m，宽 5m。

将模具 4 安装在一对支架 5 上，支架间具有间隙 6。模具 4 的侧边和侧壁 3 之间也设置有间隙 7。模具 4 可永久或半永久地被固定在该槽中的适当位置上。

合成物部件 8 在图 1 中示出为处于铺设在模具 4 上的过程中。该部件 8 包括单轴碳纤维的一系列层，所述层用热固性环氧树脂（通常称为“预浸料坯”）预浸渍。预浸料坯根据需要以不同角度的纤维方向铺设以赋予该部件期望的结构特征。每个预浸料坯均通过先进的自动铺带（ALT）机辊子 9 铺设，且可通过超声固结（UTL）11 单元增大。将预浸料坯从线轴架 10 供给 ALT 辊子 9。

参看图 2，一旦已经铺设部件 8，就将通气层（未示出）和柔性 CAPRON™真空袋 13 铺设在部件上，并抵靠模具 4 用密封件 14 密封。

在铺设过程中，一个或多个固化传感器 12 在期望的位置嵌入部件中。

将传感器之一嵌入部件 8 中的方法在图 3 和图 4 中详细地示出。图 3 示出包括上部预浸料坯 50 的一叠三个预浸料坯。在铺设下一个预浸料

坯 51 之前，将固化传感器铺设在预浸料坯 50 的顶部上，使固化传感器嵌入预浸料坯之间，如图 4 所示。

固化传感器 12 可以是光纤固化传感器，或电介质固化传感器。在图 3 和 4 所示的实施例中，该固化传感器为电介质传感器。图 5 是该电介质传感器的平面图。该电介质传感器包括印在柔性聚酰亚胺带上的阳极 15、阴极 17 和参比电极 16。带 19 的嵌入端被装入图 3 和 4 所示的玻璃纤维织物套 18 中。套 18 使电极与合成材料的导电的碳纤维成分绝缘，但允许树脂流入与电极接触。电极 15 至 17 连接到图 6 所示的反馈控制系统 36，该反馈控制系统测量电极间的电容。电容与树脂的介电常数有关，该介电常数又表现出固化反应的进展。

在固化传感器 12 是光纤固化传感器的情况下，不需要套 18。在该情况下传感器包括夹在一对预浸料坯中间的光纤。当加热该预浸料坯时，树脂流动以形成与该光纤的远端接合的珠体。通过该树脂珠体将由光纤发出的辐射反射回光纤内，然后由光纤将辐射发送到反馈控制系统 36。该系统 36 因而能分析反射辐射的波长（或波长范围）以测量固化反应的进展。例如该系统 36 可分析红外光谱中一个或多个胺峰的幅度。

在另一变型（未示出）中，可使用具有嵌入模具 4 中的电极的电介质固化传感器，电极与模具表面齐平地铺设以使它们邻接该部件的外表面。

参看图 6，真空管线 20 经袋 13 中的端口联接，并且抽空该袋和模具 4 间的封套以压缩该部件。

使盖 19 降到槽上。三个保持槽 33 至 35 经盖子 19 中相应的入口孔/出口孔（未标记）与固化槽 1 联接。经入口孔/出口孔的流动由泵 27 至 32 控制。槽 33 和 35 是热液体槽且槽 34 是冷液体槽。因此热槽 33、35 包括加热元件，并具有隔热壁 26。冷槽 34 包括冷却元件，并且是非隔热的。最初（当固化槽 1 为空时）槽 33 至 35 全充满乙二醇，热槽 33、35 中乙二醇的温度约为 190°C，且冷槽 34 中的乙二醇处于室温。

反馈控制系统 36 通过接收来自固化传感器 12 的输出并经控制线 37 控制泵 27 至 32 来控制固化过程。图 6 中该系统 36 示出为具有键盘和显

示输入装置的单机，不过如果需要可通过分开的硬件单元来实现该系统 36 的多种功能。

固化过程如下进行。

1、计算机 36 操作泵 27、31，将热乙二醇 22 从热槽 33、35 泵入固化槽 1 内。这使得该部件朝着其固化温度 180°C 被快速加热。

2、通过计算机 36 基于固化传感器 12 的输出监控固化程度和固化速率。固化速率与放热风险有关。

3、假如固化速率超过预设阈值，则可能要出现放热。为抑制放热，计算机 36 操作泵 29 以将冷乙二醇引入固化槽 1。通过用旋转风扇 38 在槽中搅拌液体将冷乙二醇与热乙二醇充分混合。任选地也可操作泵 28、32 以将热乙二醇返回至热保持槽 33、35 中。

4、当固化反应进行时，放热风险下降。因此当固化进行时计算机 36 逐渐地调节泵以将更大比例的热乙二醇引进槽内，从而更快并由此更有效地固化合成材料。因此，温度上升的斜率不必是线性的。

5、在固化完成后，通过完全倒空冷保持槽 34 以逐渐地将更多冷乙二醇引进该槽内来冷却该部件。为了避免热应力被锁定至该部件中，通过使温度下降小心地控制冷却过程。再次，该下降并不必是线性的。在冷却步骤期间，将热乙二醇泵入保持槽 33、35 并逐渐地用冷乙二醇替换。这样，热能保持在系统中而不会浪费掉。

6、然后倒空固化槽 1，将所有乙二醇返回至保持槽。于是保持槽 33 至 35 中的乙二醇是相对热的（接近 180°C ），因而在下个固化循环前必须操作冷却元件以朝着室温冷却冷槽 34 中的乙二醇。可替代地，假如在下个固化循环前有充分的时间，则可以使冷槽 34 中的乙二醇独立的冷却（该情况下可不需要冷却元件）。在下个固化循环前操作热槽 33、35 中的加热元件以提升温度到 190°C 。

7、在拆下真空袋 13 以露出完成的合成部件之前，清洗（乙二醇为水溶性的）和干燥下一个部件。

如光学或电子固化传感器 12 所记录的，化学事件的观测和该部件 8 的温度上升之间存在惯性（延时）。这给出了即将到来的放热的预先警告

并使得能够更有效地控制反馈。

另一个关键点是，该系统通过利用乙二醇使固化反应释放的能量再循环而明确固化反应的优点。

尽管在上面已经根据一个或多个优选实施方式描述了本发明，但应当理解可进行不同的改变或修改而不脱离所附权利要求中限定的本发明的范围。

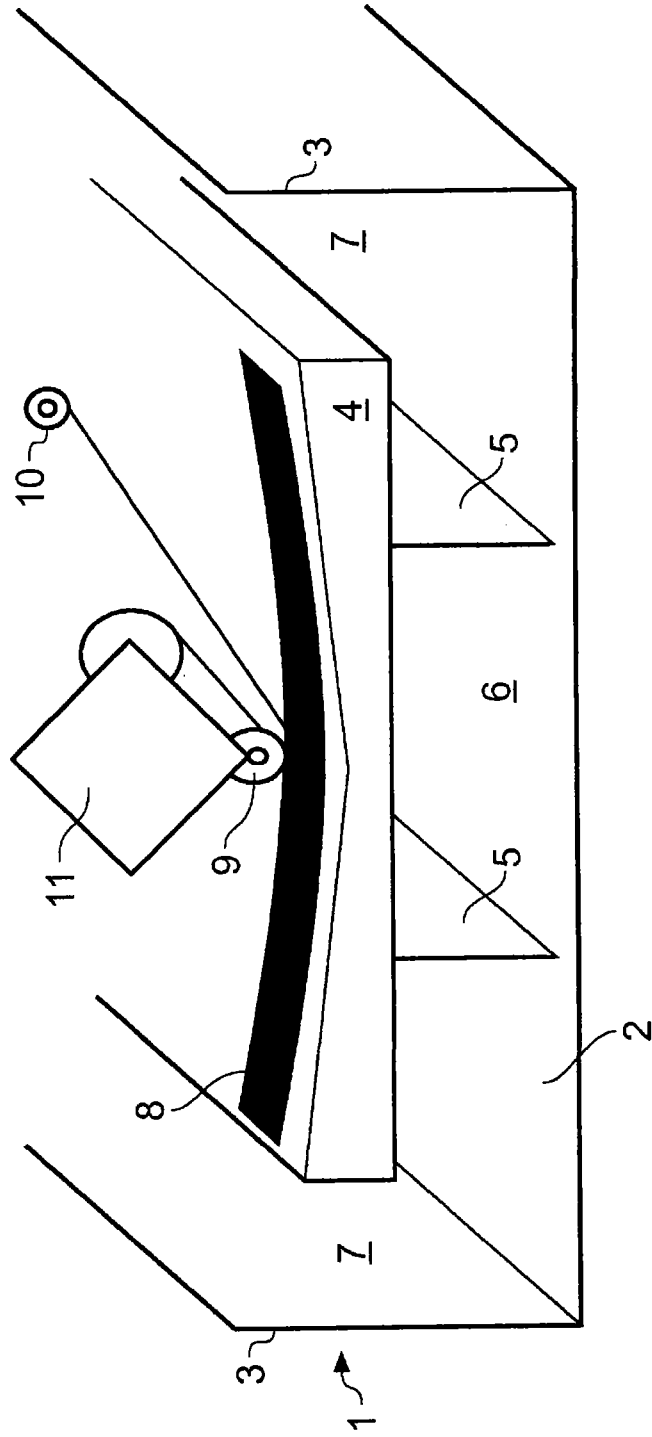


图1

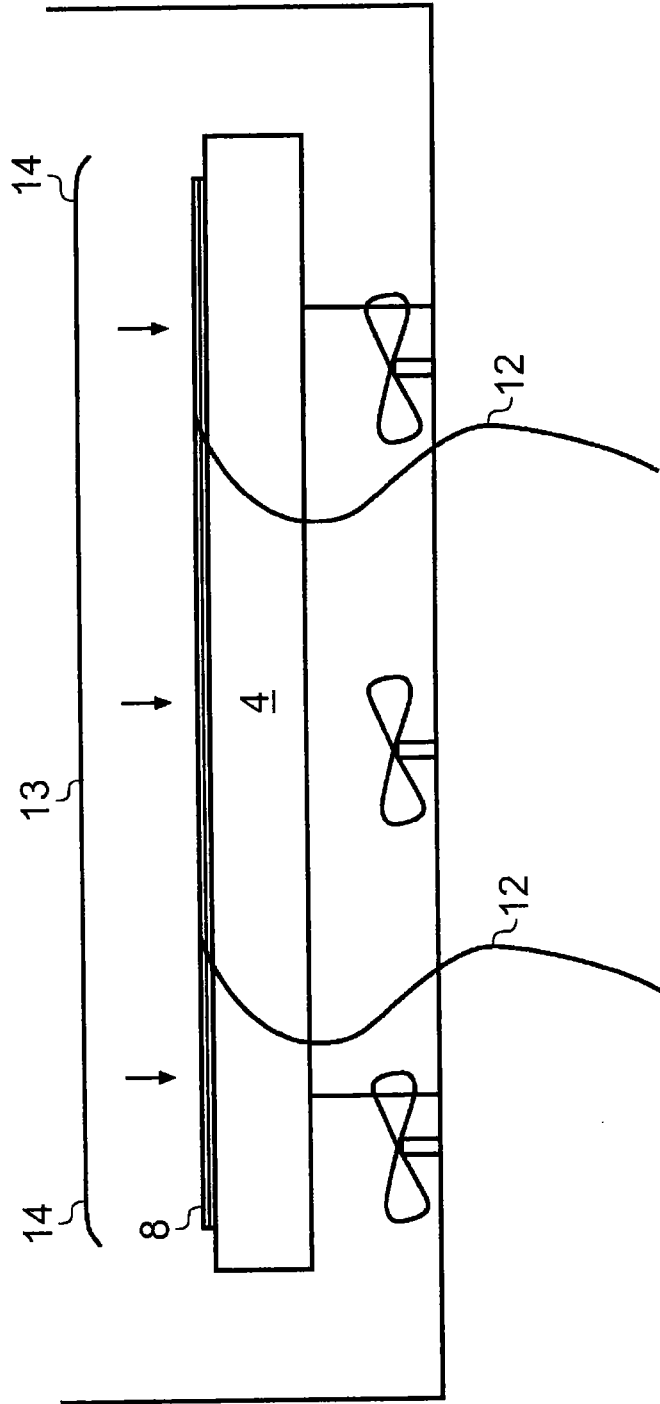


图2

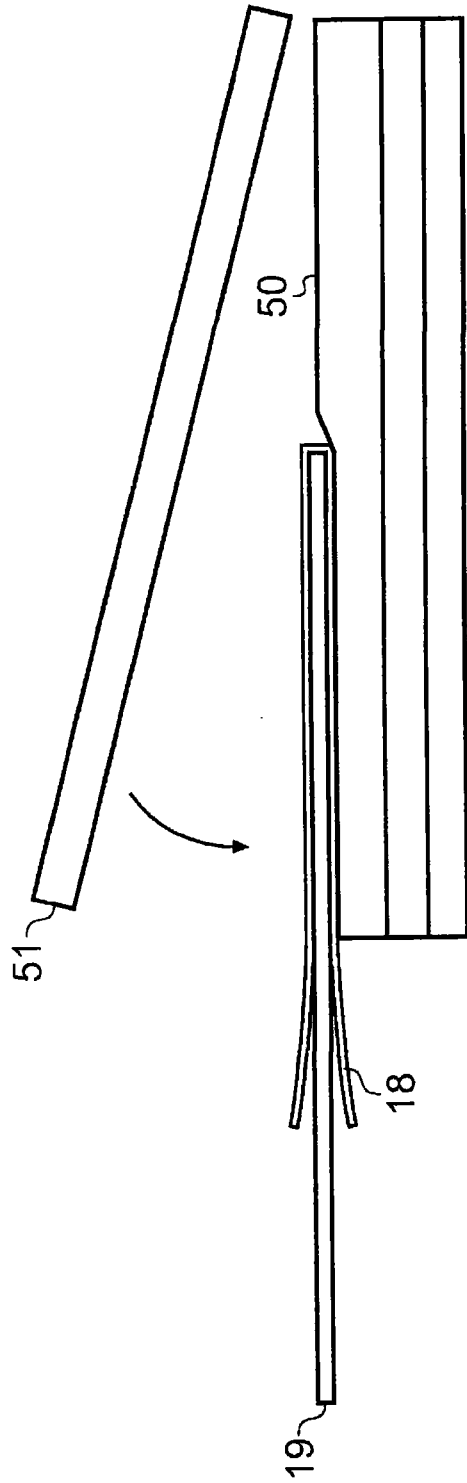


图3

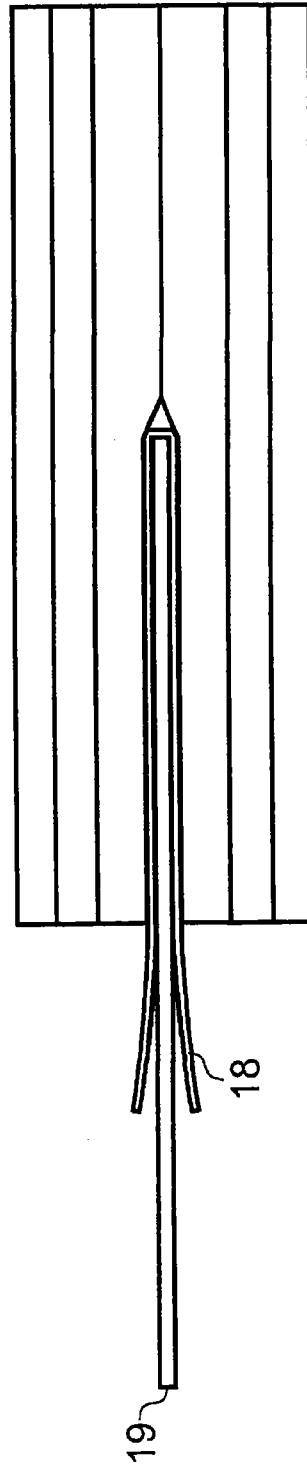


图4

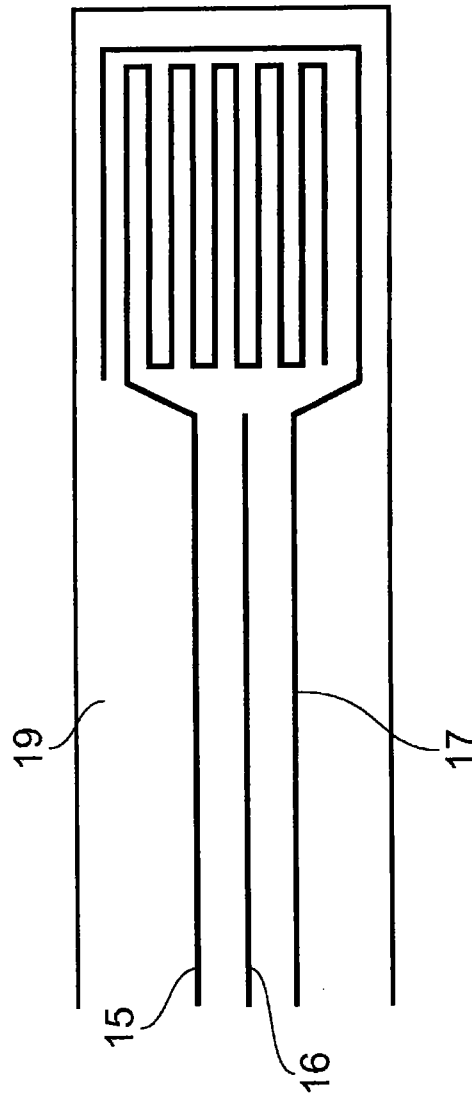


图5

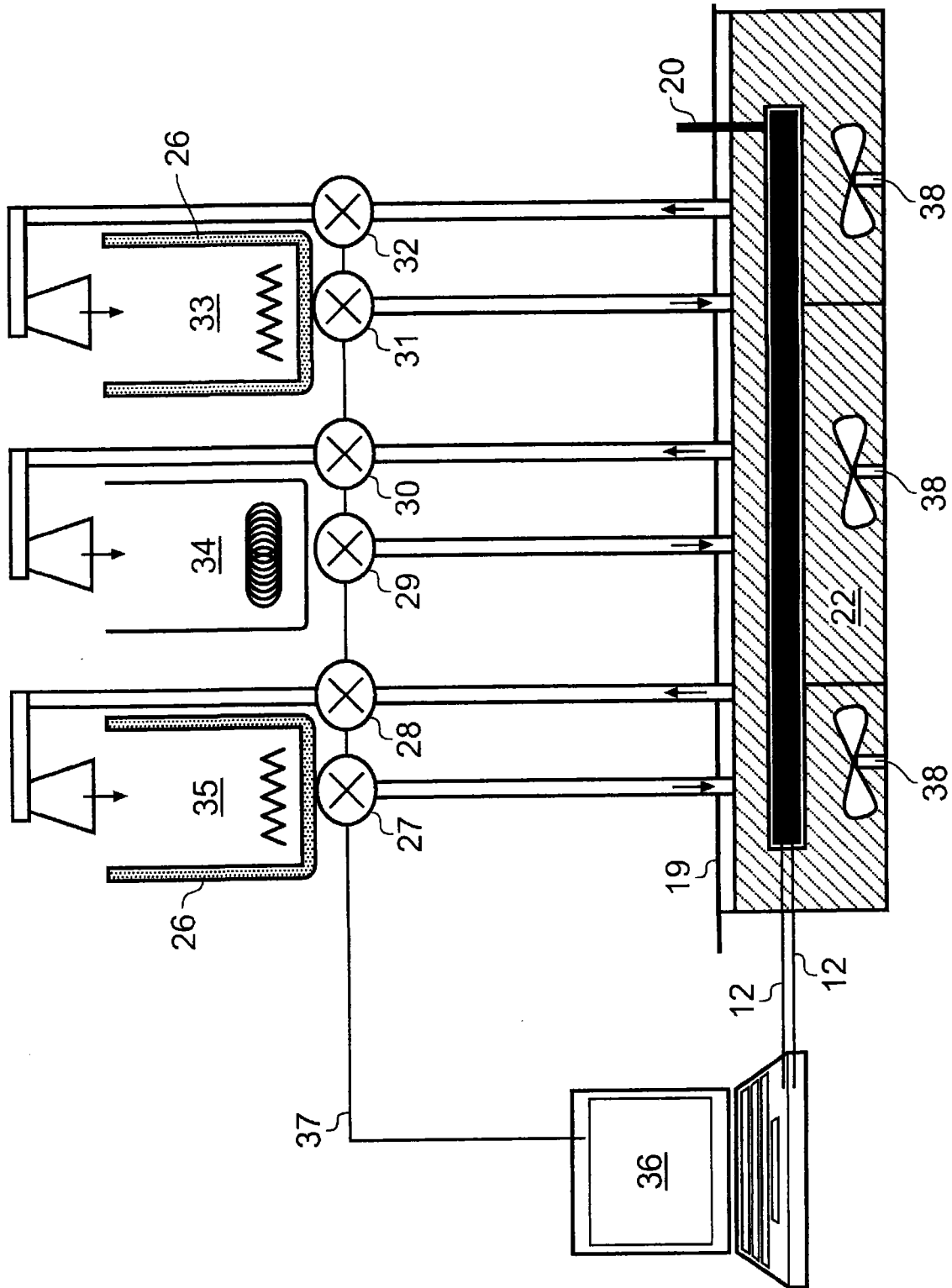


图6