



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103201640 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201180050162. 0

G01N 27/20(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 08. 31

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

1057065 2010. 09. 06 FR

US 2007258090 A1, 2007. 11. 08,

US 4998070 A, 1991. 03. 05,

CN 201225981 Y, 2009. 04. 22,

CN 1763520 A, 2006. 04. 26,

JP 2009300357 A, 2009. 12. 24,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2011/051995 2011. 08. 31

审查员 李晓玲

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/032247 FR 2012. 03. 15

(73) 专利权人 空中客车营运有限公司

地址 法国图卢兹

(72) 发明人 弗朗索瓦·庞斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 李春晖 李德山

(51) Int. Cl.

G01R 27/20(2006. 01)

G01R 31/12(2006. 01)

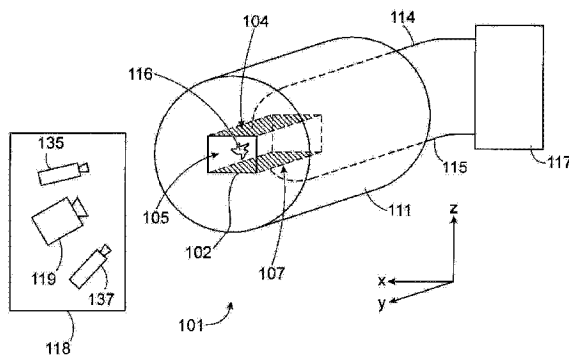
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

放电检测装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种检测方法和一种检测装置，所述检测方法和装置对在复合板上的放电现象进行检测，所述检测装置包括至少一个引入电缆(104)，所述引入电缆将电流引入所述复合板中，至少一个回流电缆(115)，至少一个绝缘板(10, 11, 12)，其与复合板(3)连接，以及检测部件(118)，其对在所述复合板的外表面处的电火花进行检测。



1. 一种对在复合板 (3,102) 位置处的放电现象进行检测的检测装置,其特征在于,所述装置包括:

至少一个引入电缆 (14,114),其将电流引入所述复合板 (3,102) 中,

使电流回流的至少一个回流电缆 (15,115),

至少一个绝缘板 (10,11,12),其连接至所述复合板 (3,102),以及

检测部件 (18,118),其对位于所述复合板 (3,102) 的外表面处的电火花进行检测。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述装置包括控制部件 (17),所述控制部件控制在所述至少一个引入电缆 (14,114) 中流动的电流。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述装置包括两个绝缘板 (11,12) 和第三绝缘板 (10),所述两个绝缘板布置在所述复合板 (3,102) 的两端部处,所述第三绝缘板 (10) 在所述复合板 (3,102) 的一个纵向面上布置在所述两个绝缘板之间。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述装置包括绝缘材料 (111),所述复合板 (3,102) 嵌入在所述绝缘材料中,使得所述复合板 (3,102) 的单个面 (105) 是自由的。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述检测部件 (18,118) 包括照相机 (19),所述照相机能够记录所述复合板 (3,102) 的图像和由放电现象产生的电火花,以及允许借助所述图像对电火花进行定位的部件。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述检测部件 (18,118) 包括测量部件,所述测量部件对在所述复合板 (3,102) 的平行的纵向面 (5,6 或 4,7) 之间的电压进行测量。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述检测部件 (18,118) 包括光电检测器 (135,137)。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述复合板 (3,102) 被配置成使得所述复合板 (3,102) 的至少第一层的纤维方向与所述复合板 (3,102) 上经过所述至少一个引入电缆 (14,114) 和所述至少一个回流电缆 (15,115) 的固定件的轴线 (X-X) 的方向不同。

9. 一种检测在复合板 (3,102) 上的放电现象的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

- 借助于将电流引入所述复合板 (3,102) 中的至少一个引入电缆 (14,114) 来传输电流,其中至少一个绝缘板 (10,11,12) 被连接至所述复合板 (3,102);

- 借助于至少一个回流电缆 (15,115) 使电流回流;和

- 借助于检测部件 (18,118) 检测位于复合板的外表面的电火花。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:借助控制部件 (17) 对在所述复合板 (3,102) 中流动的电流进行调节。

## 放电检测装置和方法

[0001] 本发明涉及电测试领域和更为特别地涉及在复合板或其它板材上的电测试领域，以研究放电现象。

### 技术领域

[0002] 当闪电经过复合板时，闪电能够在复合板的厚度侧边上产生一个或多个电火花（英语为 edge flow, 边缘发光）。图 1 和图 2 上示出了这种现象。

[0003] 更为确切地说，当闪电进入复合板时，闪电趋于随循纤维的方向。实际上，形成绝缘层的树脂阻止闪电从一个层到另一层。当闪电到达复合板的端部和与空气相接触时，会产生一种电晕效应并伴随有等离子的形成。在某些应用中，特别是在航空领域，实施一些分析来更好地理解电火花在复合板中的形成。为此，进行闪电测试。这些测试允许根据闪电在复合板上的电击和所忧虑的放电现象对复合板的结构进行建模。

### 背景技术

[0004] 为了分析放电现象，通过数字模拟对复合材料板上的点——考虑所选择的材料属性，所述点具有放电的可能性——进行定位。继而在复合板上实施闪电测试。现今，考虑所需的设备，在专门的中心实施闪电测试。这些中心使用极强电流闪电发生器。

[0005] 在闪电测试的过程中，可以观察通过模拟获得的所产生的电火花定位是否正确。还在电击后对合成物进行分析。通过更改所使用的合成物类型或在其中实施测试的条件，根据所述合成物的物理特征，如区域成形，几何形状，在层之间的厚度，纤维的厚度等，研究合成物对放电现象的灵敏度。测试结果允许推断在合成物的物理属性和放电现象之间的对应性。

[0006] 由已知的闪电测试系统提出的问题之一对于执行闪电测试而言所需的是重型的、复杂的和昂贵的设备。闪电发生器的体积很大和在能够进行使用前要求长时间的制备。实施闪电测试的延时会较大，例如到 6 周。

[0007] 此外，出于测试需要闪电被再现，在其上物理地测试电击现象的复合板会被明显损坏。由此使得对于分析影响参数而言难度提高。

[0008] 由现有的测试系统提出的另一问题在于对环境的敏感度。系统被调节以在复合板的确定位置实施电击。不过，大气湿度的变化会使电击方向产生偏差和使测试失败。

[0009] 在专利申请 US20070258090 中描述一种放电检测装置——不进行闪电测试。该文献描述一种装置，所述装置包括复合材料样本，其与电缆相连以在样本的位置产生电火花，镜片，用以将由样本的不同面发出的电火花反射到照相机或检测器来对电火花进行观察，和用以分析电火花光的部件。

[0010] 然而，这种装置相当复杂和需要多种工具以能够在试样的多个面上观察不同的电火花。这也会使得对于不同类型的复合材料，在相同条件下的检测的重复复杂化。

[0011] 本发明的目的在于提供一种测试系统，所述测试系统简化、可重复并且牢固，允许突出放电现象，而没有现有的闪电测试的繁重性和现有的放电检测装置的复杂性。

[0012] 本发明的另一目的在于允许缩短在闪电测试的范围内研究影响参数所需的时间。

### 发明内容

[0013] 本发明涉及一种检测装置,其对在复合板处的放电现象进行检测,所述装置包括至少一个引入电缆,其将电流引入所述复合板中,使电流回流的至少一个回流电缆,至少一个绝缘板,其连接至所述复合板,和检测部件,检测部件,其对位于所述复合板的外表面处的电火花进行检测。

[0014] 这允许将电流集中到对放电敏感的复合板中并便于重复检测。

[0015] 所述装置包括控制部件,其控制在电缆中流动的电流。这样,易于在不同的电学条件中对测试进行再现。

[0016] 根据一个具体实施方式,在复合板的两端部的位置布置两个绝缘板并在复合板的一个纵向面上在所述两个绝缘板之间布置第三绝缘板。

[0017] 在本发明的第二实施方式中,装置包括绝缘材料,复合板嵌入在所述绝缘材料中,以使得所述复合板的单个面是自由的。

[0018] 根据本发明的第一实施方式,检测部件包括照相机,所述照相机能够记录所述复合板(3)的图像和由放电现象产生的电火花,以及允许借助所述图像对电火花进行定位的部件。

[0019] 根据第二实施方式,检测部件包括测量部件,测量部件对在复合板的平行的纵向面之间的电压进行测量。

[0020] 根据第三实施方式,检测部件包括光电检测器。

[0021] 根据本发明的一个具体实施方式,复合板的至少第一层的纤维方向与复合板上经过电缆的固定件的轴线的方向不同。

[0022] 本发明还涉及一种检测方法,所述检测方法检测在复合板位置的放电现象,所述方法包括以下步骤:

[0023] - 借助于将电流引入所述复合板中的至少一个引入电缆来传输电流,至少一个绝缘板被连接至所述复合板;

[0024] - 借助于至少一个回流电缆使电流回流;和

[0025] - 借助于检测部件检测位于复合板的外表面的电火花;

[0026] 所述方法包括如下步骤,所述步骤借助控制部件对在复合板中流动的电流进行调节。

### 附图说明

[0027] 通过阅读接下来的根据本发明的装置的说明书,本发明的其它目的,优点和特征将得到展示,说明书作为非限定性示例给出和参照附图,在附图中:

[0028] - 图 1 示意性地示出根据本发明的第一实施方式的检测装置;

[0029] - 图 2 示意性地以透视图示出根据本发明的第一实施方式的检测装置;

[0030] - 图 3 示意性地示出根据本发明的第二实施方式的检测装置;

[0031] - 图 4 示意性地示出由板层堆叠组成的复合材料;

[0032] - 图 5 是示出使用根据本发明的检测装置的分析方法的不同步骤的简图。

## 具体实施方式

[0033] 所提出的解决方案的原理在于提供一种突出放电现象的简化装置。解决方案在于使用测试台来容易地研究所述及的现象。

[0034] 图 1 和图 2 示出根据第一实施方式的使用复合试样 2 的放电现象检测装置 1。在下文所述的实施方式中,利用复合材料实施测试。可使用对放电敏感的其他类型材料,例如由具有不同导电率的板层组成的材料。在所示的实施方式中,复合试样 2 包括平行六面体复合材料板 3。复合材料板 3 具有四个纵向面:上部面 4,前侧面 5,后侧面 6,下部面 7。复合板还具有两个侧向端面:左侧面 8,右侧面 9。复合板 3 通过其纵向下部面 7 置于绝缘材料基板 10 上。两绝缘材料侧板 11,12 在每个端部布置在复合板 3 的纵向位置位于侧向端面 8,9 处。绝缘板 10,11 和 12 也是平行六面体形状的。绝缘板 11 和 12 是平行的。复合板 3 布置在绝缘板 11 和 12 之间并垂直于每个绝缘板。复合板 3,绝缘板 11 和 12 形成 H 形和置于基板 10 上。

[0035] 允许模拟闪电的电缆 13 通过已知的各种类型部件固定在复合板 3 上。电缆 14 将电流输入复合试样 2 中:这模拟闪电在复合板 3 上的电击。在与绝缘板 4,5,6 非连结的三面之一上,电缆 14 固定在复合板 3 的端部之一上。在所示的示例中,电缆 14 进入复合板 3 的纵向上部面 4 中。设置电流回流电缆 15。电缆 14,15 在每个端部上固定在同一面——这里是面 4——上复合板 3 的纵向位置。这样,当电流通过电缆 14 输入复合板 3 中时,电流应纵向地穿过复合板,以再与回流电缆 15 连接。

[0036] 在仅仅作为说明性而非限定性给出的装置 1 的实施例中,复合板的长度为 120 毫米,宽度为 30 毫米,厚度为 3 毫米。电流通过在复合板中固定的金属螺栓输入。螺栓的直径为 6.35 毫米。在每个螺栓的中心之间的距离为 100 毫米。经过每个螺栓的中心的轴线 X-X 处于平行于复合板 3 的每个棱边的复合板的纵向方向上。在每个螺栓的中心和复合板的每个侧向端面之间沿轴线 X-X 的距离为 10 毫米。

[0037] 金属螺栓受阻地固定在复合板 3 中(即螺栓的直径略大于镗孔的直径),允许对在固定件和复合材料之间的接触电阻进行控制。

[0038] 绝缘板 10,11 和 12 避免在侧向端面 8,9 或纵向下部面 7 位置的电晕效应从而迫使电流进入复合板 3 中。绝缘板 10,11 和 12 在复合板 3 的每个端部布置在侧向端面 8,9 的位置以及在侧向端面 8,9 之间布置在纵向下部面 7 的位置,以避免各种桥接。

[0039] 如图 1 所示,当电流进入电缆 14 中时,产生一种放电现象,放电现象由在复合板 3 的外表面位置的电火花 16 体现,复合板 3 的所述外表面不与绝缘板 10,11 和 12 相接触并且在所示出的实施方式中,位于复合板 3 的纵向上部面 5 上。

[0040] 控制在电缆 13 中流动的电流的控制部件 17 允许修改所应用的强度,电压和 / 或频率和 / 或放电到回流电缆 15 的时间。电流通过输入端固定件回到复合板 3 中和通过输出端固定件输出。在两固定件之间的势差在复合材料中产生电场。电流进入复合板 3 中和主要地在相对于对齐的两固定件成  $0^\circ$  的纤维层的方向上流动,也从一个层到另一层沿厚度方向流动,当材料在厚度边侧中的导电率较低时会引起放电。

[0041] 设置电火花检测部件 18 以在复合板 3 上对一个或多个电火花进行定位。部件 18 可是不同类型的。

[0042] 在第一实施方式中, 部件 18 包括光敏照相机 19, 或甚至具有大快门孔径的照相机。照相机 19 记录在闪电测试中的复合板 3。对在其上产生电火花的复合板所获得的图像进行分析以精确地测定一个或多个电火花的定位。

[0043] 在未示出的第二实施方式中, 部件 18 包括测量部件, 测量部件的类型是已知的并测量在复合板 3 的平行的纵向面之间的电压, 例如在所示示例中在纵向前侧面和纵向后侧面 5,6 之间的电压。如果在精确点电压增大, 这意味着在该点出现电火花。

[0044] 检测部件 18 可组合在第一和第二实施方式中所使用的部件和 / 或使用各种其它类型的技术。

[0045] 装置 1 从而允许容易地和快速地检测和定位在复合板上的电火花, 并便于对现象进行重复。

[0046] 通过数字模拟, 选择这样的材料配置: 对于该材料, 放电的风险较低; 对风险进行辨识和将其确定位置。将通过数字模拟所获得的结果与用检测装置 1 所获得的结果进行对比。

[0047] 装置 1 具有以下优点:

[0048] 装置 1 允许获得关于通过数字模拟获得的结果的快速结论。如果这些结果是积极的, 从而进行已知类型的闪电测试来研究实际情形中的效应。

[0049] 在实际结果并不对应通过模拟获得的结果的情形中, 可能的是, 实际上材料敏感于放电现象。从而避免进行实际情形的闪电测试——考虑到更为敏感的复合板 3 的较大损坏, 实际情形的闪电测试带来更少的后果。

[0050] 易于快速地用不同的材料配置或不同的电学特征来再现测试。实际上只需更换复合板或有区别地对电流的控制部件进行控制。

[0051] 在前文所描述的配置的情形中, 放电现象被限制。实际上, 流过  $0^\circ$  纤维的试样的电流中仅仅少量电流从一个层达到另一层。不过, 当电流在不同定向的层的厚度上流过时放电现象变得显著。

[0052] 通过使用具有在与纵向方向不同的方向上定向的第一纤维层的材料, 迫使电流从一个层到达另一层。以更突出的方式使放电现象变得显著。根据一个实施例, 对于例如在准各向同性的区域成形的合成物, 可以用在与轴线 X-X 相同的方向上不具有任何纤维的复合板代两个固定件的轴线 X-X 在与  $0^\circ$  纤维相同的方向的复合板 3, 其中使两个固定件的轴线与  $0^\circ$  纤维的方向呈  $22.5^\circ$ 。

[0053] 相同地, 借助于控制部件 17, 可容易地修改在复合板 3 中经过的电流, 电压, 电流频率和 / 或荷载时间。

[0054] 图 3 示出放电现象检测装置 101 的另一实施方式。

[0055] 该装置 101 包括复合试样或复合板 102, 放电检测部件 118 和电流控制部件 117, 所述复合试样或复合板集成在电绝缘材料 111 中, 以使得复合试样 102 的至少一个面是自由的。

[0056] 图 4 示出层叠复合材料 130, 所述层叠复合材料由纤维增强层 131 的堆叠组成, 纤维增强层通过树脂基体 133 分开。每个增强层 131 具有相对于对材料的所有层共有的参考系 (x, y, z) 的特定定向。根据该示例, 纤维增强层 131 位于平面 (x, y) 中和因此在方向 z 上堆叠。

[0057] 在图 3 的示例中,使用复合试样或复合板 102,复合试样或复合板从复合材料 130 提取并具有平行六面体形状,而且相对于参考系(x, y, z)其尺寸在 x 和 z 的方向上大约为数个 mm,和在 y 的方向上为十几个 mm。此外,复合板 102 的五个面完全被绝缘材料围绕和位于平面(x, z)中的单个前侧面 105 是自由的。

[0058] 更为特别地,使用平行六面体复合板 102,该复合板在 x, y 和 z 的方向上的尺寸分别为 5mm, 20mm 和 4mm。复合板 102 嵌入圆柱形形状的绝缘材料 111 中,绝缘材料在平面(x, z)中的直径大约为 30mm 和在方向 y 上的高度大约为 40mm。当然,绝缘材料 111 可是各种其它形状的,例如平行六面体——其在 x, y 和 z 的方向上的各自的尺寸大约为 30mm, 40mm 和 30mm。

[0059] 复合板 102 包括金属涂层或沉积层,例如在相对的、平行于复合材料层 131 的第一和第二面 104, 107 上的化学镍或电解镍。在图 3 的示例中,这些金属化的面 104, 107 对应于相对于参考系(x, y, z)位于平面(x, y)中的上部面和下部面并与绝缘材料 111 接触。

[0060] 此外,第一和第二电缆 114, 115 分别地固定(例如通过胶粘接)在这些第一和第二面 104, 107 上。在所示例中,第一电缆 114 将电流输入复合板 102 的第一上部金属化面 104 并且第二电缆 115 从复合板 102 的第二下部金属化面 107 重新获得电流。

[0061] 在复合板 102 的两个连续纤维层 131 之间的纤维可被考虑作为尖端部。因此,当在两个连续纤维层之间的电场超过临界击穿电场(大约数十个 kV/cm)时,在方向 z 上经过两个纤维层之间的基体 133 产生电弧。电弧通过在复合板 102 的不与绝缘体 111 接触的自由面 105 处的电火花 116 体现。

[0062] 如前文所述,对在电缆 114, 115 中流动的电流进行控制的控制部件 117 允许修改所应用的强度、电压和 / 或频率和 / 或放电到回流电缆 115 的时间。电流通过输电电缆 114 回到第一金属化面 104 中,经过基体 133 从一个层 131 到另一层在方向 z 上流经输电电缆,这引起在复合板 102 的自由面 105 处的放电和通过回流电缆 115 从第二金属化面 107 输出。

[0063] 因此,在第一和第二金属化面 104, 107 之间的通过输电电缆 114 和回流电缆 115 的电力连接规定建立电流在这两个面 104, 107 之间的流动的导电通道或渠道,从而便于实现对在不同类型的或不同批次的复合材料上对放电现象进行检测的可重复性。

[0064] 此外,绝缘层 111 迫使电流仅仅在自由面 105 处流过,以方便检测和进而方便实现测试的可重复性。实际上,电晕效应并不在嵌入到绝缘层 111 中的五个面的位置处产生。

[0065] 此外,设置电火花检测部件 118 以在自由面 105 上对一个或多个电火花进行定位。

[0066] 如前文所述,在第一实施方式中,这些部件 118 包括光敏照相机 119 或甚至具有大快门孔径的照相机。

[0067] 在第二实施方式中,部件 118 包括测量部件,测量部件测量在复合板 102 的平行面之间的电压。

[0068] 在第三实施方式中,部件 118 包括红外光电检测器 135 和 / 或紫外光电检测器 137,所述检测器位于自由面 105 的表面上并被定向以对由该表面发出的电火花进行定位。作为示例,红外检测器 135 允许测定自由面 105 的温度并且紫外检测器 137 允许测定在自由面 105 的位置存在等离子。

[0069] 通过光电检测器 135, 137 获得的数据被分析以根据不同的电压、不同的环境参数(压力, 温度, 湿度等)和 / 或不同类型的复合材料来测定放电的特征(定位, 强度, 能量, 时

间,光谱分析等)。

[0070] 检测部件 118 可组合在第一,第二和第三实施方式中所使用的部件和 / 或使用各种其它类型的技术。

[0071] 分析方法从而得到简化。借助于分析装置 1,101,易于快速地测试不同的材料构型以及不同的电流形式。图 5 中示出了分析方法 20。该方法包括第一建模步骤 21,第一建模步骤在于以一定方式给复合材料建模和在于根据该建模选择放电风险弱的材料种类。在第二模拟步骤 22 中,进行在所选择的建模的复合板上电击的数字模拟。在作为本专利申请对象的第三测试步骤 23 中,借助于检测装置 1,101 实施测试。检测和定位一个或多个电火花。从而进行鉴定步骤 24,以检验所使用的建模是否正确。将电火花的数量和定位与通过数字模拟获得的电火花数量和定位进行比较。

[0072] 通过这种方式,在测试和鉴定步骤后,检验所选择的材料的建模是否正确和材料是否真正地敏感于或不敏感于放电现象。如果检验得出所选择建模的材料真正地较不敏感于放电现象,从而可执行闪电测试(步骤 25)。借助于根据本发明的装置 1,101,仅仅对所选择的材料实施较繁重和昂贵的闪电测试。

[0073] 在最后一个步骤 26,进行对用闪电测试所获得的结果的鉴定。由此推断在如所建模材料的物理属性和放电现象之间的对应性。



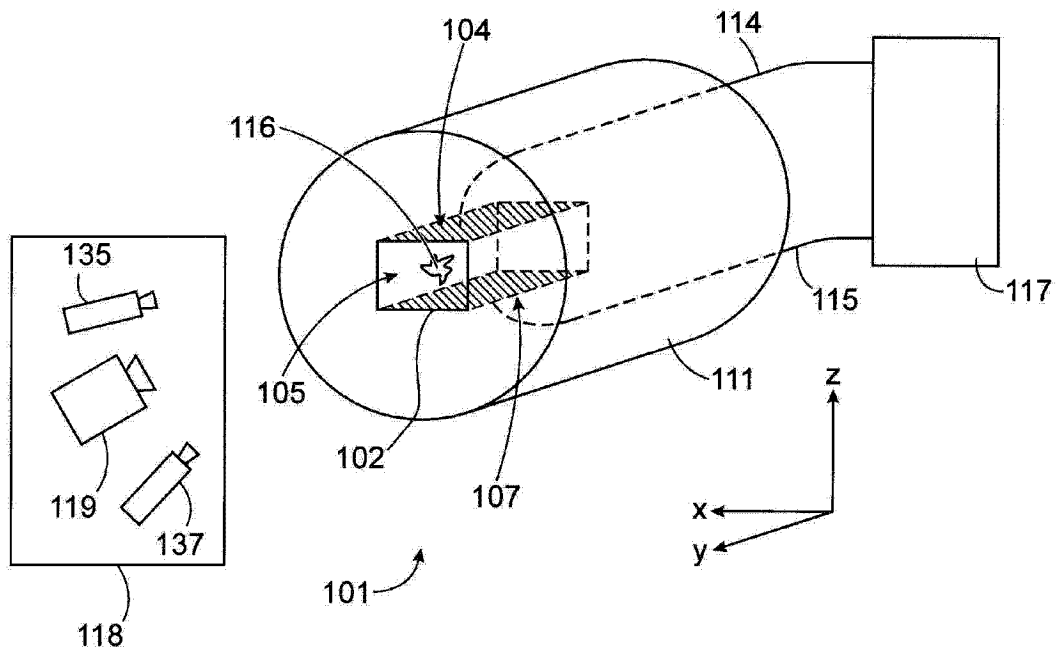


图 3

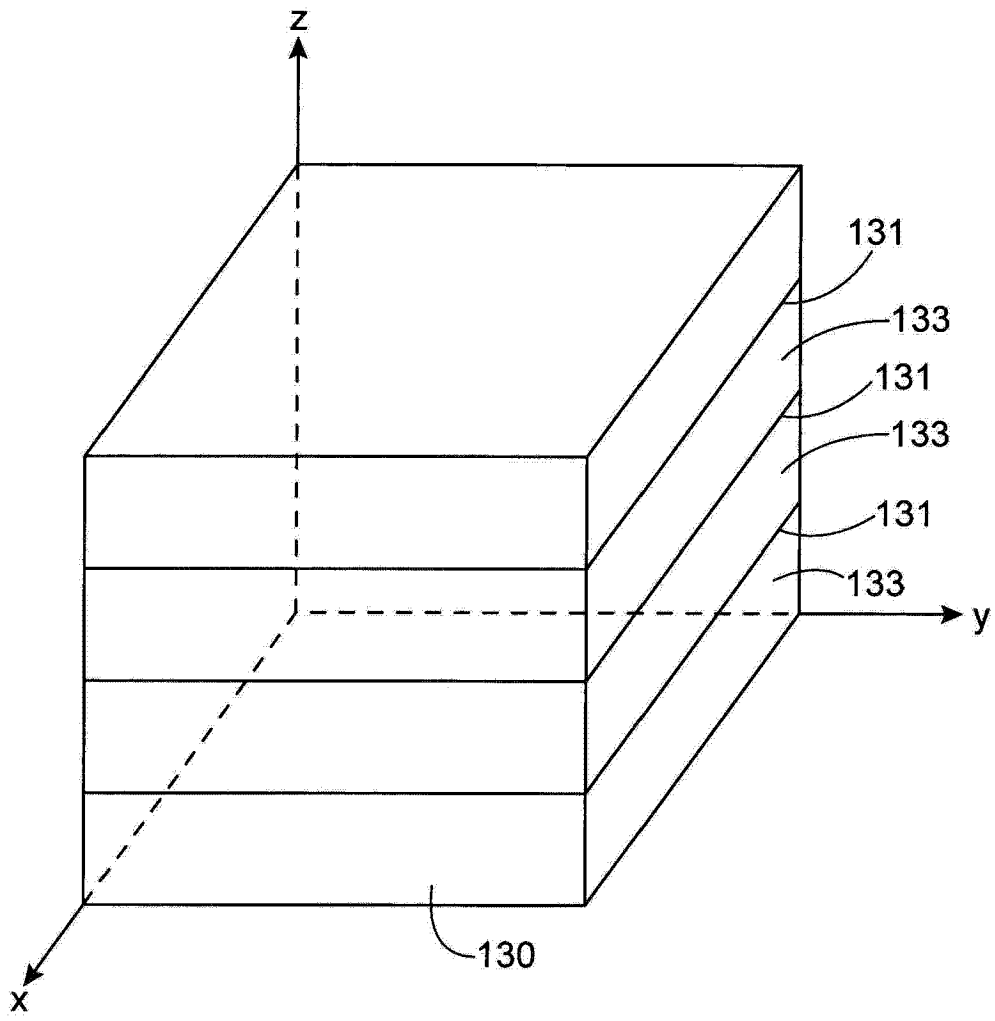


图 4

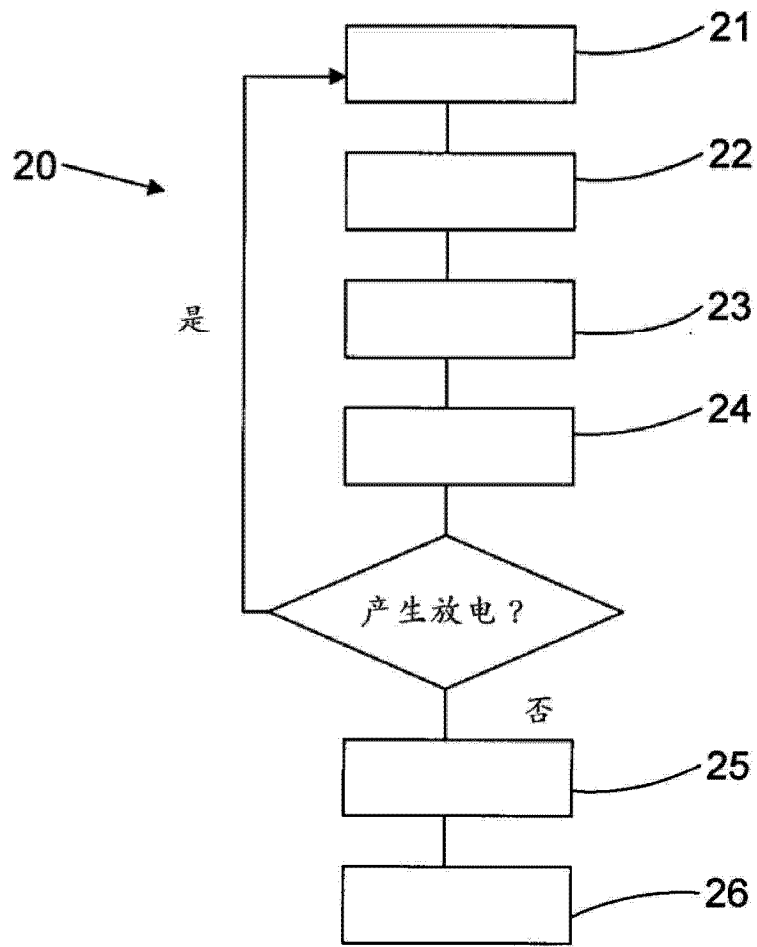


图 5