



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101449157 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 200780018668. 7

G01H 11/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 05. 16

H01L 41/053 (2006. 01)

(30) 优先权数据

0651903 2006. 05. 24 FR

(56) 对比文件

US 5911158 A, 1999. 06. 08,

US 2003/0188579 A1, 2003. 10. 09,

US 5166573 A, 1992. 11. 24,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 11. 21

审查员 海岩冰

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/054759 2007. 05. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02007/135057 FR 2007. 11. 29

(73) 专利权人 空中客车运营简化股份公司

地址 法国图卢兹

(72) 发明人 M-A · 德斯迈特

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 郭思宇

(51) Int. Cl.

G01N 27/61 (2006. 01)

G01N 29/04 (2006. 01)

G01N 29/14 (2006. 01)

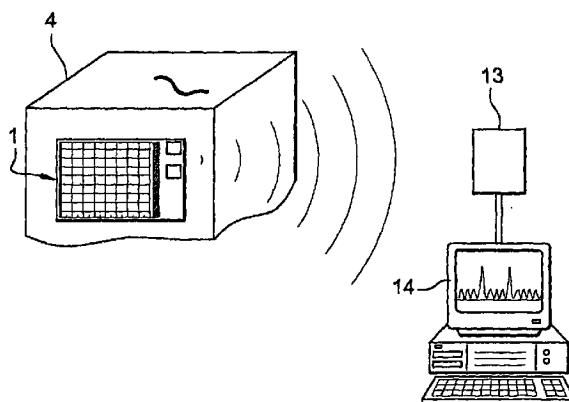
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

通过振动分析来非破坏性地监控结构的设备

(57) 摘要

本发明涉及一种非破坏性监控可能有缺损(5)的结构(4)的设备(1),包括用于测量由所述结构在其表面的不同点发送的振动波的测量装置(3)。所述的测量装置(3)和适于附着在要监控的结构(4)表面的柔性载体(2)成一体。本发明应用领域包括所有的结构完整性的监控很重要的工业领域,尤其是航空业。



1. 一种非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备 (1), 所述设备包括将微传感器 (3) 网络与记录存储器 (11) 相连接的接口电子元件 (10), 所述微传感器网络、所述接口电子元件和所述记录存储器与用来附着在要被监控的结构的一表面上的柔性载体 (2) 成一体, 所述微传感器网络适于测量由所述结构在其表面的不同点发送的振动波, 其特征在于:

所述微传感器网络安排成行和列的矩阵, 每行微传感器的端部或每列微传感器的端部连接到所述接口电子元件,

所述设备包括参考振动波图、微分分析装置和谱分析装置, 所述微分分析装置和谱分析装置适于将由所述结构发送的振动波与参考振动波进行比较。

2. 根据权利要求 1 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其中, 所述微传感器网络的微传感器 (3) 的分布允许得到在所述结构 (4) 的表面的振动波图。

3. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其中, 每个微传感器的尺寸为一百微米且两个微传感器之间的间隔为十微米。

4. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 所述微传感器为压电微传感器 (3), 所述微传感器适于将其测量的所述振动波转换为电信号,

所述设备包括将所述电信号转换为振动波的转换装置, 并且

所述微分分析装置和谱分析装置适于将由所述转换装置生成的振动波与参考振动波进行比较。

5. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 所述接口电子元件 (10) 和所述记录存储器 (11) 都和所述柔性载体 (2) 成一体, 以实现单块式监控设备。

6. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 每个微传感器 (6) 包括一组位于两个导体板 (8,9) 之间的压电小薄片 (6), 导体板通过压电效应充电, 所述压电小薄片的端部用导体粘合剂 (7) 与所述导体板连成一体, 所述两个导体板中的一个导体板与所述柔性载体 (2) 连成一体, 所述两个导体板 (8,9) 与所述接口电子元件 (10) 连接, 以将由所述压电小薄片上的电荷生成的电信号向接口发送。

7. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 所述设备包括一个计算系统 (13), 用于根据所述微传感器 (3) 测量的振动波自动地确定由所述结构中的缺损 (5) 的存在引起的所述振动波的变化。

8. 根据权利要求 7 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 所述计算系统 (13) 不和所述柔性载体 (2) 成一体, 所述监控设备包括用于将记录在所述存储器 (11) 中的代表振动波的电信号利用有线的或无线的连接向所述计算系统 (13) 发送的发送装置 (12)。

9. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 计算系统 (13) 和所述柔性载体 (2) 成一体并连接在所述接口电子元件 (10) 和所述记录存储器 (11) 之间。

10. 根据权利要求 7 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备, 其特征在于, 所述计算系统 (13) 包括:

含有所述参考振动波图的存储器，
用于将微传感器生成的电信号转换为振动波的转换装置，
所述微分分析装置和谱分析装置。

11. 根据权利要求 10 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，至少一个参考振动波图根据参考结构被预先确定。

12. 根据权利要求 10 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，至少一个参考振动波图通过模型建立预先确定。

13. 根据权利要求 10 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述微分分析装置包括当参考振动波和微传感器测量的振动波之间的微分值超过一个阈值时生成状态信号 S 的装置。

14. 根据权利要求 13 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述谱分析装置包括生成状态信号 S' 的装置，该状态信号 S' 表征所述微传感器测量的振动波的频率表示与参考振动波的频率表示相比包括与由所述结构中缺损的存在引起的异常振动波相对应的谱线。

15. 根据权利要求 14 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述状态信号 S 和 S' 通过所述计算系统向警报装置 (14) 传送。

16. 根据权利要求 15 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，生成的状态信号记录在与所述计算系统连接的所述记录存储器 (11) 中，然后通过有线的或无线的连接向警报装置 (14) 传送。

17. 根据权利要求 16 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述警报装置 (14) 包括显示装置 (22) 和光或声指示器 (20)。

18. 根据权利要求 6 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述压电小薄片适于检测位于 0 到 25kHz 频率范围的低频振动波。

19. 根据权利要求 6 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述压电小薄片适于检测位于 25kHz 到几个 MHz 频率范围的高频振动波。

20. 根据权利要求 6 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述压电小薄片 (6) 用具有高压电系数的材料制作而成。

21. 根据权利要求 6 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述压电小薄片 (6) 按规则的间隔放置。

22. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述设备的厚度小于或等于 50 μm 。

23. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述设备包括自供给系统，其中所述微传感器的至少一行或一列与电能储能器 (21) 相连，该电能储能器用来存储由所述微传感器的所述至少一行或一列生成的电能并以电流形式释放所述电能，以供给所述设备。

24. 根据权利要求 1 或 2 的非破坏性地监控可能有缺损 (5) 的结构 (4) 的设备，其特征在于，所述设备 (1) 的所述柔性载体 (2) 用粘合剂材料与要监控的结构 (4) 的表面连成一体。

通过振动分析来非破坏性地监控结构的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过振动分析非破坏性监控结构的设备,包括测量结构发送的振动波的测量装置,用来确定结构中缺损的出现引起的不正常的振动。测量装置和附着在要监控的结构的表面的柔性载体成一体。本发明应用于对飞行器结构的非破坏性监控(CND),但也可以用于所有工作部件完整性的监控很重要的工业领域,如:汽车行业,铁路行业,造船业或核工业。

背景技术

[0002] 在飞行器的开发和维护领域,需要使用监控的办法以确定结构是否被裂痕或裂纹等损伤,而无需损害构成结构的部件。使用的技术按非破坏性监控命名重组。非破坏性监控技术繁多并不时地改进,因为相关的工业部门对非破坏性监控的这些技术的性能需求增加。航空运输以及土木工程部门总是对非破坏性监控技术性能要求越来越高以同时满足安全要求和减少开支的政策。

[0003] 本发明同样用于在飞行器飞行过程中检测飞行器结构内感应的异常振动。在一些情况下,这些振动是结构里出现缺损,例如组成飞行器结构的材料上裂纹和裂痕的出现的指示器。

[0004] 存在通过例如 X 射线照相或磁感应的监控装置,它可以用来探测一个结构的缺陷,但是对于缺乏飞机静止不动的飞行器结构来说,这些装置很难适用。

[0005] 还有一些监控裂纹出现的可视监控装置,但是一般最可能出现缺损的结构是很难到达的结构例如固定元件或复杂的运动结构。这些装置只有当这些裂纹通向一个操作员可以到达的表面时,才能探测到这些裂纹,而且这些可视的监控装置不能对结构进行预警性的维护。

[0006] 所有这些监控装置都必需飞行器在地面静止不动以在一个监控设备帮助下检查飞机的敏感区域。这就意味着监控耗时较长并且需要由专业技能人员完成,因此维护的开支相对较高。

[0007] 在本设备设计理念出现前,还不存在监控装置能在例如航空结构的使用过程中监控其结构的状况,以尤其用于在飞行过程中对航空部件的健康状况进行全面的诊断。

发明内容

[0008] 本发明提供一种可以通过局部测量结构的振动性能在该结构的使用全过程中监视其结构健康状况的监控设备。

[0009] 这样的设备要解决的问题是:

[0010] 要装备一个非破坏性监控的装置,用来更方便地固定在要监控的结构表面,不论该结构可否到达,可忽略的质量和体积,只需很小的工作电功率。

[0011] 要装备一个控制装置,在要监控的结构使用过程中一直安装在结构上,以尽早的探测出异常并进行预见性维护,这样就保证了检修的程序化、修复费用最低化以及结构的

最大安全性。

[0012] 要装备一个控制装置,可以自动地进行监控管理并进行结构健康状况的全面诊断以最大限度地减少操作员的工作而降低维护的成本。

[0013] 实际上,本发明涉及一种对可能带有缺损的结构非破坏性监控设备。根据本发明,所述设备包括振动波的测量装置,振动波由所述结构的一个表面的不同点发送。所述的测量装置和附着在要监控的结构表面的柔性载体成一体。

[0014] 所述振动波的测量装置包括一组用来生成结构表面的振动图的微传感器。

[0015] 有利地是微传感器的体积和装配都已确定,以适用于要探测的缺损体积非常小时,仍能探测由出现缺损造成的振动的变化。

[0016] 根据本发明,测量装置是安排成行列矩阵的多个压电微传感器,这些微传感器将设备发送的所述振动波转换为电信号。

[0017] 根据本发明的一个实施方式,设备还包括一个将所述测量和测量装置与记录存储器连接的接口电子元件,这个电子元件和存储器都和所述柔性载体成一体以实现单块式监控设备。

[0018] 为了将结构发送的振动波转换为电信号,每个微传感器都包括一个位于两个导体板之间的压电小薄片网络,所述的小薄片的端部用导体的粘合剂与导体板连成一体,其中一块导体板与所述的柔性载体连成一体,所述的两块导体板又和所述的接口电子元件连接。

[0019] 有利地是监控设备包括一个计算系统,例如微处理器系统,用来根据微传感器测量的振动波自动确定由结构存在缺损引起的振动波。

[0020] 根据本发明的一个实施方式,计算系统不装在柔性载体上而与监控设备连接,所述的监控设备包括发送装置,使用有线的、无线的、无线电或红外链接向所述的计算系统发送记录存储器记录的电信号。

[0021] 根据本发明的另一个实施方式,所述的计算系统装在所述的柔性载体上并连接在所述的接口和记录存储器之间。

[0022] 根据计算系统的实施方式,它包括含有至少一个结构参考振动波图的存储器,用于将监控设备发送的电信号转换为振动波的计算装置,和根据参考振动波的所述振动波的微分析和谱分析装置。

[0023] 根据另一种特别的实施方式,所述微分析装置包括当参考振动波和微传感器测量的振动波之间的微分值超过一个阈值时生成状态信号 S 的装置。

[0024] 根据另一种特别的实施方式,谱分析装置包括生成表征所述微传感器测量的振动波的频率表示与参考振动波的频率表示相比包括与由所述结构中缺损的存在引起的振动波相对应的谱线的状态信号 S' 的装置。

[0025] 有利地是,根据前面讲到的实施方式,生成的状态信号 S 和 S' 通过所述的计算系统传输到警报装置,或记录在与计算系统连接的记录存储器中,然后使用有线的、无线的、无线电或红外链接传输到警报装置。

[0026] 警报装置包括,例如,显示屏和光或声指示器。

[0027] 有利地是可以用压电小薄片来探测低频率和高频率的振动波。

[0028] 有利地是,监控设备包括自供给系统,其中至少一个所述的微传感器的行或列与

用来存储由所述微传感器生成的电能并释放所述电能为电流形式以供给所述监控设备的电能储能器相连。

附图说明

[0029] 本发明的其他特征和优点在结合附图进行的以下描述中将会更加明显,在该附图中:

[0030] 图 1 示出,根据本发明的一种实施方式,压电微传感器网络覆盖在要监控的结构表面和监控设备本身被涂层覆盖的情况下,监控设备的截面示意图;

[0031] 图 2 示出图 1 中的包括位于两个板之间的压电小薄片网络的压电微传感器的局部截面图,微传感器和柔性载体成一体;

[0032] 图 3 示出一种设备的实施方式下的监控设备的俯视图;

[0033] 图 4 示出图 3 中的监控设备正在将电信号传送至远距离的计算系统的一种实施方式;

[0034] 图 5A, 5B, 5C 示出为得到小薄片网络, UV 照相石印术的一个例子的不同步骤;

[0035] 图 6 示出集成在柔性载体上的小薄片网络的示意截面轮廓图;

[0036] 图 7 示出位于地面飞机的结构表面上的传送飞机飞行过程中记录的信号的监控设备。

具体实施方式

[0037] 在飞机的正常运行中,尤其在飞行中,飞机的不同的结构会因不同的能量来源而产生振动。例如,推进器的压力波引起结构的振动波,其响应会表征所述结构。当结构改变时,例如在这些结构中出现裂纹或无序等结构异常后,结构的振动响应就改变了。相应的振动与激励源的结构振动重叠。振动波的时间和谱分析可以提取振动的特征还可以探测可能出现缺损的异常模式的存在。大致上,人们将一个振动结构的特征信号分为两类。在 0 到大约 25kHz 的低频率范围内的低频的振动波,反映结构在固定的位置周围的大位移(宏观标度的变形);和在 20kHz 到几个 MHz 的高频率范围内的高频波,反映形成该结构的材料内部的微观标度的位移(微观标度的变形)。

[0038] 低频振动波的分析可以探测到机械原因引起的缺损的出现,而高频振动波的分析可以探测到小体积例如裂纹,甚至与腐蚀、一般演变特性有关的缺损的开始,并且可以跟踪缺损的进展。

[0039] 图 1 示出根据本发明的非破坏性监控结构 4 的设备 1,用于检测和测量由该结构中缺损的存在带来的振动波。

[0040] 它包括柔性载体 2,其上装有测量结构表面不同点发送的振动波的测量装置 3。柔性载体 2 是用例如塑性材料制作的,能将设备固定在要监控的结构表面并与结构的外形相符合。

[0041] 监控设备 1 的柔性载体用粘合剂材料和要监控的结构 4 的表面粘为一体。

[0042] 最好是监控设备固定在结构的裂纹可能出现的临界区域。在飞机上,设备要能安置在相关的临界区域,例如翼端钩挂区域,构成机身的舱盖接口接合区域和重要的固定元件如发动机元件区域。

- [0043] 有利地是这个监控设备 1 可以安装一个外层 5, 例如涂图, 重叠在监控设备 1 上面
- [0044] 测量装置包括一个最好安排成行列矩阵的压电微传感器网络 3。每个微传感器将从其位于结构接收的振动波转换为电信号。
- [0045] 图 2 示出网络的一个微传感器的截面图。包括一组压电小薄片 (lamelle)。所述的小薄片位于两个导体板 8,9 之间。
- [0046] 每个小薄片的端部都用导体粘合剂 7 与两个导体板 8,9 连接, 其中一个导体板与用来覆盖要监控的结构的区域表面的柔性载体 2 连接在一起。
- [0047] 当要监控的结构振动时, 压电小薄片以与放置微传感器的结构的那个点同样的频率振动。小薄片通过压电效应充电。两个导体板 8,9 与小薄片的端部连接以收集小薄片的电荷生成的电信号。
- [0048] 图 3 示出在本发明的一个具体的实施方式下的监控设备的俯视图。设备具有明显的矩形形状, 为了说明这里包括例如以行 31 列 3c 矩阵组织的压电微传感器 56 的网络。监控设备还包括连接微传感器网络 3 和记录存储器 11 的接口电子元件 10。接口电子元件 10 和存储器 11 集成在柔性载体 2 上以更好地实现单块式的监控设备。
- [0049] 每个微传感器的导体板 8,9 收集的电信号都传输到最好有放大所述电信号的放大装置的接口电子元件 10。放大的信号然后发送到记录存储器 11。如图 3 所示的设备的实施方式下, 接口电子元件 10 在微传感器行的端部。在另一种实施方式下, 接口电子元件 10 可以放在微传感器的列的端部, 但是在本发明的范围内允许其他相关的设备位于微传感器和接口电子元件之间。
- [0050] 每个微传感器 3 提供微传感器位置处的结构的振动信息, 而且微传感器的分布使得到所述的结构表面的振动波图, 以便导致振动波的局部改变的结构任一缺损都能根据微传感器进行定位。
- [0051] 为了更精确地对缺损进行定位, 微传感器之间的距离最好是比要检测的最小的缺损的体积还要小, 从而尽可能辨别缺损的位置, 从而在微传感器网络局部损坏的情况下, 位于网络的损坏区域周围的微传感器能够进行对足够接近可能缺损的区域的监控, 以使得缺损被检测。
- [0052] 在本发明的一个特别的实施方式下, 微传感器 3 向接口电子元件 10 传送电信号的方式是隔行传输。在每行微传感器的上面都有一个存储线 23。信号被临时存储在该存储线 23 中。然后存储线的内容用并行的方式传输到接口电子元件 10。接着, 电信号就串行地传送到记录存储器 11。
- [0053] 在电信号传输方式的一个变型中, 每个微传感器被直接寻址以发送电信号到接口电子元件 10。
- [0054] 为了自动处理微传感器 3 测量的电信号, 监控设备还包括如图 4 所示的一个计算系统 13, 它可以将表征测量到的振动波的电信号转换为数字值并且根据微传感器测量到的振动波确定结构内的缺损的存在引起的振动波。计算系统可以是微处理器系统。
- [0055] 如图 4 所示的本发明最好的实施方式下, 计算系统不集成在柔性载体 2 上, 设备包括如图 3 所示的利用有线的、无线的、无线电或红外链接将记录存储器 11 中记录的电信号发送到计算系统 13 的编号为 12 的发送装置。这些发送装置包括例如装在柔性载体上的一个转发器。转发器最好以固定的频率运行, 频率被选择以保证反映振动的电信号的发送不

会干扰监控设备以外的设备的其它数据的发送。

[0056] 计算系统最好包括一个模拟 / 数字转换器以将来自记录存储器的模拟电信号转换为数字值。这些数字值然后由于计算装置转换为振动波,更为有利地是,计算装置装有一个建立检测到的振动和生成的电荷之间的关系的理论模式或实验模式。

[0057] 为了根据微传感器测量到的振动波确定结构中缺损的存在导致的振动的变化,系统包括用于进行微传感器测量到的振动波和参考振动波的振幅和频率的比较研究的分析装置。为此计算系统包括一个记录含有结构的参考振动波图的数据库的存储器。这些参考图构成了一个监控设备覆盖的区域的性能与之相比较的预定义比较模型。这些参考图可以根据参考结构预先确定。参考结构应该是被认为没有任何缺损的结构,例如,刚从生产线上下来并且通过鉴定的所有步骤的部件。参考图也可以被模型化预先确定。当分析装置对参考振动波和微传感器测量的振动波的振幅进行比较时,如果参考振动波和测量的振动波之间的确定的微分值超过一个阈值,分析装置就产生一个状态信号 S。

[0058] 有利地是,这种振幅的比较还可以由谱分析装置完成。例如,分析装置首先对测量到的振动波进行傅立叶变换得到振动的频率表示,同时比较参考振动波和测量到的振动波的频率表示,与结构中存在缺损引起的振动波相符的谱线由分析装置提取,它产生第二状态信号 S'。

[0059] 有利地是,谱分析可以确定遇到的缺损的性质。一般来说振动谱包括一组谱线。为了更简单地确定与缺损相对应的谱线并根据参考缺损的类型进行分类,计算系统存储器最好记录有谱轮廓资料库。

[0060] 状态信号 S 和 S' 以及与缺损性质、缺损尺寸、缺损位置等其他缺损相关的信息都通过计算系统传送到警报装置 14,它包括例如一个显示信息的显示屏幕 22 和警告维护操作员的光和 / 或声指示器 20。

[0061] 存储器 11 记录的电信号到计算系统的传输可被编程,以便传输可以例如在飞机飞行结束后自动进行。传输也可以在维护人员检查飞机时通过询问监控设备来人工启动。

[0062] 在本发明的另一个实施方式中,计算系统 13 直接装在柔性载体 2 上并且连接在接口电子元件 10 和记录存储器 11 之间。在这种实施方式中,计算系统 13 直接接收接口电子元件 10 的电信号然后只将信号状态 S 和 S' 以及与缺损相关的信息发送到记录存储器 11。在进行一次检查中,通过询问监控设备,操作员借助于有线的、无线的、无线电或红外链接卸载存储在监控设备的记录存储器中的状态信号和信息到警报装置 14。

[0063] 在结构的实时监控领域,监控设备被编程,例如,当飞机不在地面时被启动;然后以规律的时间间隔进行测量,例如在确定的期间每 5 分钟进行操作以获得时间函数图。这样监控设备就可以获得监控区域的时间函数图以建立部件发射的振动波的场的演变。

[0064] 小薄片网络是根据微电子领域公知的技术制作的。小薄片可以按例如 UV 照相石印技术制作。图 5A,5B,5C 示出了用照相石印技术制作小薄片的例子。压电薄层 17 位于硅或玻璃的硬衬底 16 上,光电薄层 17 的厚度可以从十几纳米到几十微米。光敏薄层例如树脂 19 位于光电薄层上面然后经受 UV 穿过掩膜 18 的照射。图 5B 示出已经在显影溶剂中浸湿和镀金属后的整个薄层。压电薄层 17 的表面包括沉积在光电薄层表面上的镀金属区域和树脂区域。

[0065] 通过浸在溶剂池中,树脂区域去除了沉积在其表面上的金属,而所追求的构成用

于干刻阶段的掩膜的金属图案留在光电薄层 17 表面上。沉积的金属的蚀刻率比光电薄层 17 的比率小,控制蚀刻的时间和速度,有规则的间隔的小薄片网络通过穿过金属掩膜的干刻制造。小薄片的宽度可以是十几纳米到几微米,小薄片之间的距离可以是十几纳米到几微米。

[0066] 为了将这样制作的小薄片网络置于两个导体板 8,9 之间,并且将其与柔性载体 2 连接为一体以实现微传感器 3,首先,人们将第一块导体板 8 用导体粘合剂 7 固定在小薄片的网络上。然后,硬衬底 16 可以用激光切除术去除。小薄片网络然后用导体粘合剂材料 7 固定在第二块导体板 9 上。第二步在于将整体用粘合剂固定在柔性载体 2 上。

[0067] 图 6 示出这样制作的夹于两块导体板 8,9 之间的光电小薄片网络。然后将这样得到的微传感器按规则的间隔放置以得到如图 3 所示的微传感器网络。用来制作光电小薄片材料例如是 PZT(锆钛酸铅)的光电薄层 17。最好光电小薄片 6 是用具有高压电系数、足够高居里温度的材料制作,该温度是比其高时材料失去压电特性的温度,以便能够在设备运行时遇到的温度范围内运行。

[0068] 压电小薄片适于接收结构在固定的位置周围的大位移引起的低频振动波和材料内部的微小位移引起的高频振动波。

[0069] 装在柔性载体上的所有的组件都借助于在硅或玻璃的硬衬底上微制造技术在这里改变为软衬底例如塑性衬底制作而成。微制造过程中的温度可以毁坏塑性衬底因此不能直接实现在软衬底上的组件。为解决这个技术问题,目前一个建议的解决办法是首先制作出放置在玻璃上的硬衬底上的组件。用作保护的玻璃的另一层用可溶解粘合剂固定在组件上,然后硬衬底用激光切除术从叠层中去除出来。将组件施放在塑性衬底上并用永久粘合剂固定在塑性衬底上,并且玻璃保护层被去除。

[0070] 在本发明的一个特别的实施方式中,监控设备厚度小于或等于 $50\text{ }\mu\text{m}$,侧面表面为 10×10 厘米数量级。每个微传感器的大小为 100 微米数量级而且两个微传感器的间隔在十几微米数量级。

[0071] 图 7 示出根据本发明安放在一架飞机 15 的结构表面的几个监控设备的网络。飞机在地面上,监控设备的网络正在将飞机飞行期间记录的信号传输至与警报装置 14 连接的计算系统 13。警报装置这里包括例如带有显示屏幕的计算机和声音指示器 20。

[0072] 有利地是,监控设备包括压电微传感器自供给系统,例如设备的至少一个微传感器的行或列与用来储存在结构振动效应下由至少一个微传感器行或列生成的电能的电能储能器 21 相连。这个储能器释放所述电能为电流形式以供给监控设备。

[0073] 本发明已经在飞行器结构的监控领域进行了展示,但是只要一个结构在振动激励源下需要被监视以确定缺损的存在,本发明就可以被应用,例如在其他的工业领域,如:汽车行业,铁路行业,造船业或核工业。

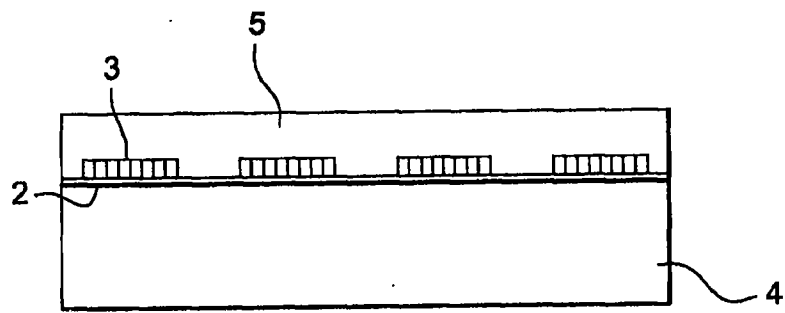


图 1

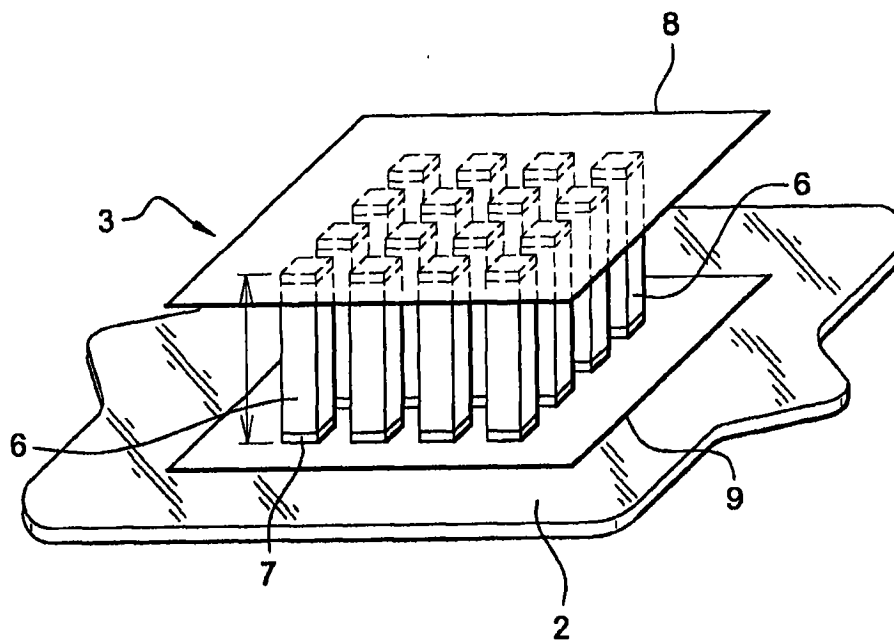


图 2

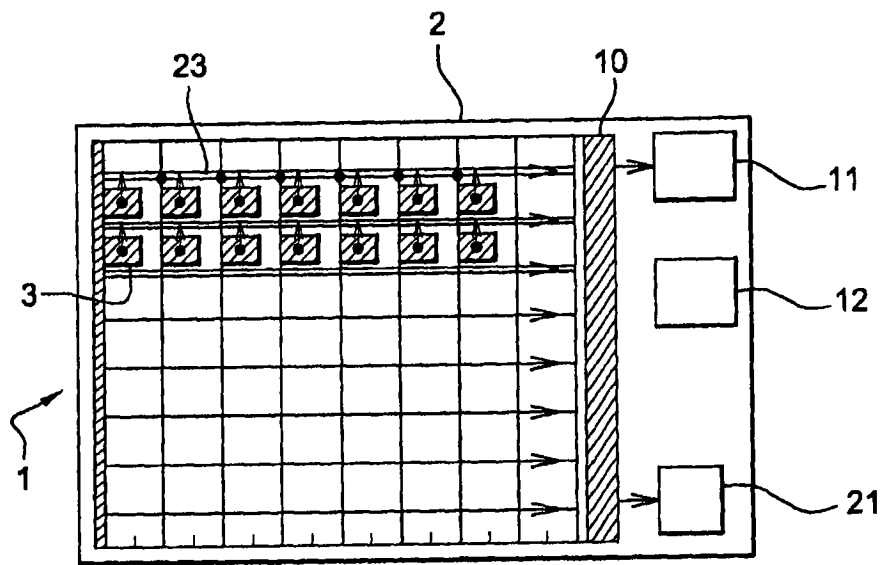


图 3

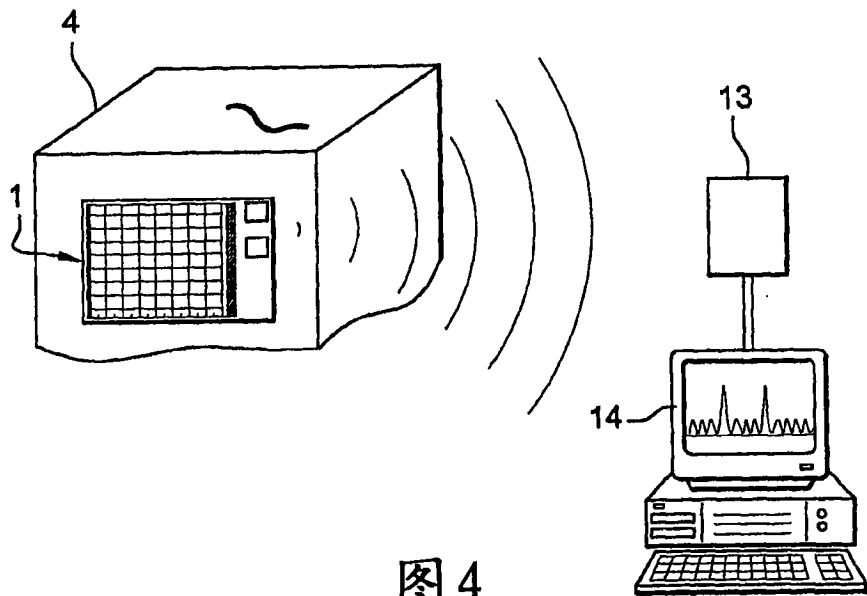


图 4

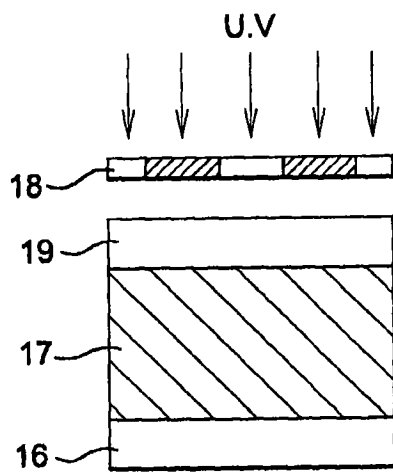


图 5A

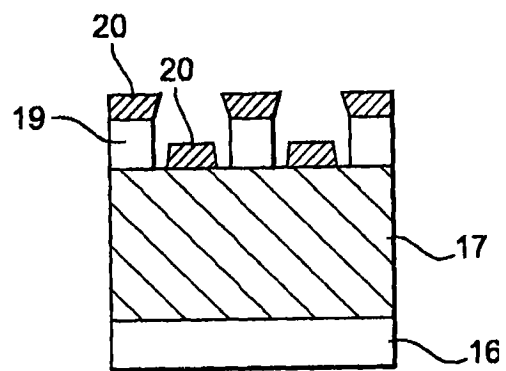


图 5B

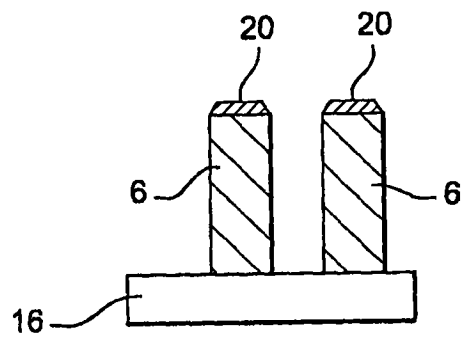


图 5C

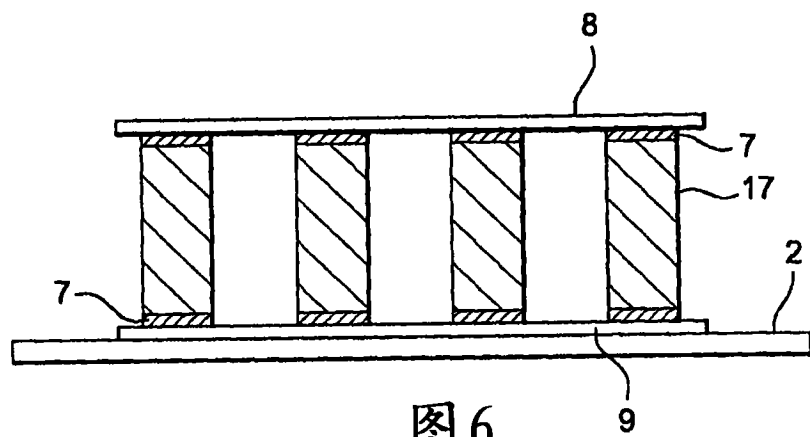


图 6

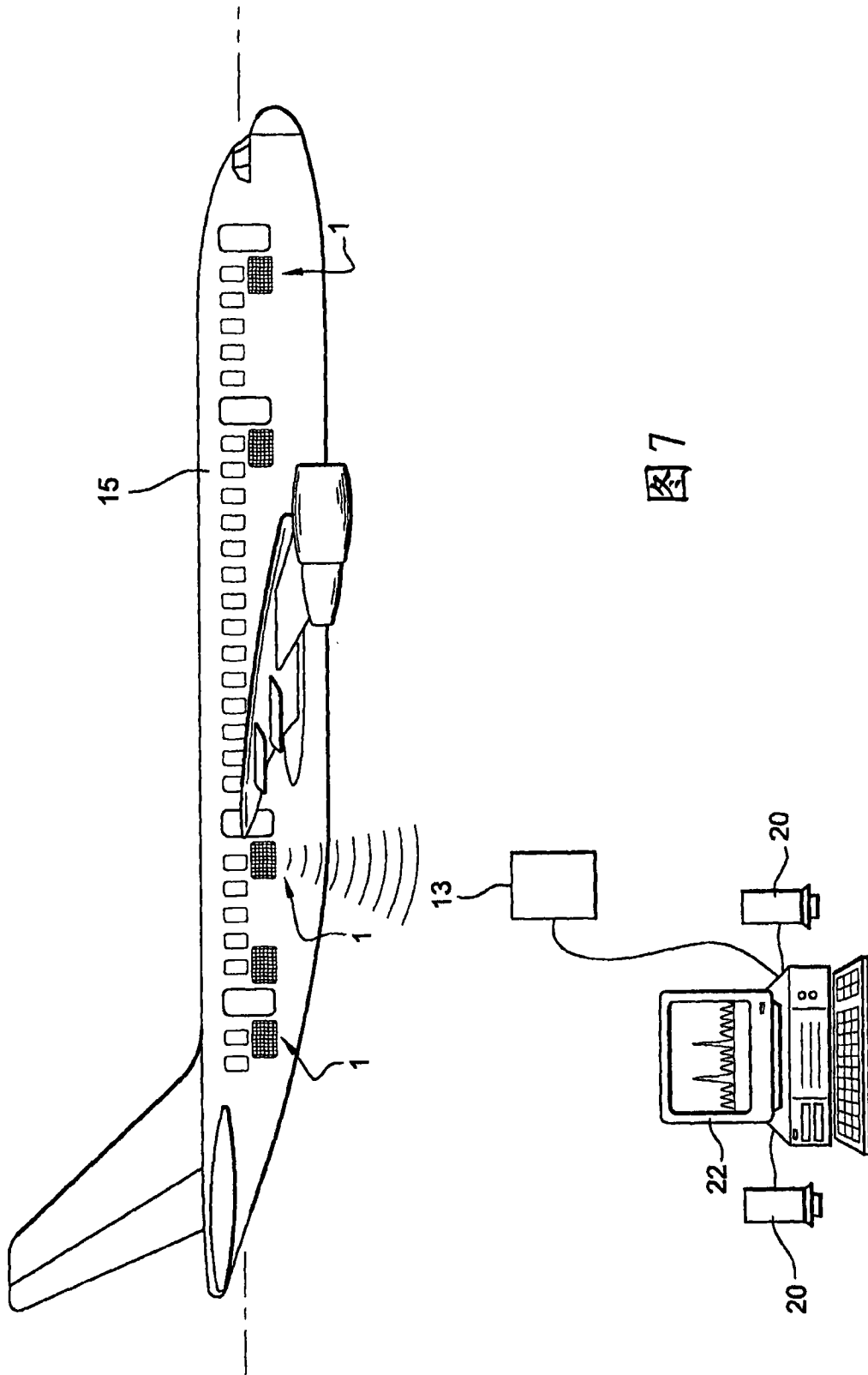


图7