



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101449158 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200780018564. 6

(22) 申请日 2007. 05. 16

(30) 优先权数据

0651901 2006. 05. 24 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 11. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/054751 2007. 05. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02007/135051 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 27/87(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5047719 , 1991. 09. 10, 说明书第 4 栏第 46 行至第 61 行, 第 6 栏第 36 行至第 40 行, 第 8 栏第 55 行至第 56 行, 图 1.

EP 0557244 A2, 1994. 01. 05, 全文.

US 5659248 A, 1997. 08. 19, 全文.

EP 1403635 A1, 2004. 03. 31, 全文.

US 2005/0062470 A1, 2005. 03. 24, 说明书第 13 段, 第 66 段, 第 109 段至 113 段, 图 1, 15.

US 2005/0062470 A1, 2005. 03. 24, 说明书第 13 段, 第 66 段, 第 109 段至 113 段, 图 1, 15.

审查员 金川

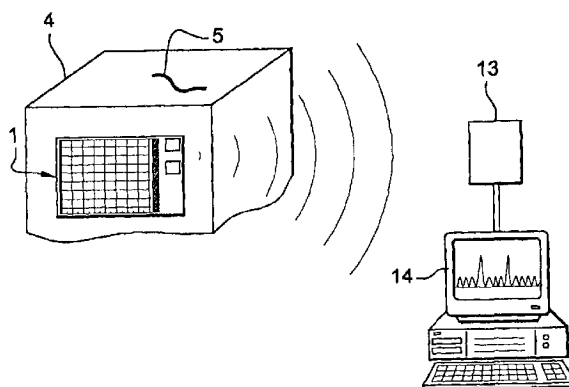
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

通过分析漏磁场的分布来非破坏性地监控部件的设备

(57) 摘要

本发明涉及一种通过分析当部件受到磁场激励时部件发出的漏磁场的分布来非破坏性地监控部件 (4) 的设备 (1), 包括生成要监控的部件内的激励磁场的装置, 和磁场分布探测和测量装置。全部装置和柔性载体 (2) 成一体以构成用于固定在被要监控的部件 (4) 的表面的一个区域上的软保护层形式的设备。本发明应用于飞行器部件的非破坏性监控 (CND), 但也可以用于所有的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。



1. 一种非破坏性地监控导电部件 (4) 的设备 (1), 包括生成激励磁场的生成装置, 所述生成装置和覆盖要监控的所述部件表面区域的柔性载体 (2) 成一体, 所述柔性载体与所述部件的形状吻合, 还包括测量当所述柔性载体在所述部件的所述区域的表面上时由经受所述激励磁场的所述要监控的部件发出的漏磁场的分布的测量装置, 所述测量装置迭在所述生成装置上, 其特征在于, 所述测量装置包括对磁场敏感的液晶膜片 (7) 和叠放在所述液晶膜片 (7) 上的光电微传感器 (3) 的网络。

2. 根据权利要求 1 的监控设备, 其特征在于, 所述光电微传感器的尺寸和布置被确定为适于检测由要检测的具有最小尺寸的缺损的存在引起的漏磁场分布的变化。

3. 根据权利要求 1 或 2 的监控设备, 其特征在于, 所述激励磁场生成装置包括一个微线圈网络 (6), 每个所述微线圈中流有交流电流以生成所述激励磁场。

4. 根据权利要求 1 的监控设备, 其特征在于, 所述激励磁场生成装置包括一个微磁铁网络。

5. 根据权利要求 1 的监控设备, 其特征在于, 每个光电微传感器 (3) 包括一个用来将接收的光辐射转换为电荷的光敏单元, 所述光敏单元与用于收集电荷的电荷转移设备耦接。

6. 根据权利要求 3 的监控设备, 其特征在于, 所述网络被安排成行列矩阵。

7. 根据权利要求 1 的监控设备, 其特征在于, 所述监控设备还包括连接所述测量装置和记录存储器 (11) 的接口电子元件 (10), 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的监控设备 (1)。

8. 根据权利要求 7 的监控设备, 其特征在于, 所述光电微传感器的网络被安排成行列矩阵, 所述接口电子元件 (10) 放置在光电微传感器的行的端部。

9. 根据权利要求 7 的监控设备, 其特征在于, 所述光电微传感器的网络被安排成行列矩阵, 所述接口电子元件 (10) 放置在光电微传感器的列的端部。

10. 根据权利要求 7 的监控设备, 其特征在于, 所述监控设备 (1) 包括计算系统 (13), 计算系统具有微处理器。

11. 根据权利要求 10 的监控设备, 其特征在于, 所述计算系统 (13) 不和柔性载体 (2) 成一体, 所述监控设备包括用于将记录在所述记录存储器 (11) 中的电信号通过有线或无线的链接向所述的计算系统 (13) 发送的发送装置。

12. 根据权利要求 10 的监控设备, 其特征在于, 所述计算系统 (13) 和柔性载体 (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。

13. 根据权利要求 11 或 12 的监控设备, 其特征在于, 所述计算系统 (13) 包括含有单个或多个部件的至少一个参考磁场分布图的存储器, 将所述计算系统接收的电信号转换为漏磁场分布的计算装置, 和与参考磁场分布相比分析所述光电微传感器测量的所述漏磁场分布的分析装置。

14. 根据权利要求 13 的监控设备, 其特征在于, 所述至少一个参考磁场分布图根据一个参考部件预先确定。

15. 根据权利要求 13 的监控设备, 其特征在于, 所述至少一个参考磁场分布图通过模型建立预先确定。

16. 根据权利要求 13 的监控设备, 其特征在于, 所述的分析装置包括所述测量的漏磁场分布和所述参考磁场分布之间的比较分析装置。

17. 根据权利要求 16 的监控设备,其特征在于,所述比较分析装置包括用于生成状态信号 S 和与部件中存在缺损相关的信息的装置。

18. 根据权利要求 17 的监控设备,其特征在于,所述状态信号 S 和所述信息由所述计算系统向警报装置 (14) 传送。

19. 根据权利要求 17 的监控设备,其特征在于,所述状态信号 S 和所述信息记录在与所述计算系统 (13) 连接的所述记录存储器 (11) 中,然后通过有线或无线的链接向警报装置 (14) 传送。

20. 根据权利要求 18 或 19 的监控设备,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)。

21. 根据权利要求 1 的监控设备,其特征在于,所述光电微传感器 (3) 的尺寸为 100 微米的数量级。

22. 根据权利要求 1 的监控设备,其特征在于,所述监控设备 (1) 的厚度等于或小于 50 μm 。

23. 根据权利要求 1 的监控设备,其特征在于,所述监控设备 (1) 的所述柔性载体 (2) 利用粘合剂材料固定在所述要监控的部件 (4) 的表面上。

通过分析漏磁场的分布来非破坏性地监控部件的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过分析当部件受到磁场激励时部件发出的漏磁场的分布来非破坏性地监控部件的设备,包括生成要监控的部件内的激励磁场的装置,和测量由部件响应激励磁场发送的磁场分布的装置。全部装置和柔性载体成一体以构成用于固定在要监控的部件的表面的一个区域上的软保护层形式的设备。本发明应用于飞行器部件的非破坏性监控(CND),但也可以用于所有的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] 对一个非铁磁性导体部件,人们使用傅科电流的监控技术。这些技术的原理在于使用导致要监控的部件内的傅科电流流通的激励磁场。部件内的这些感应电流的流通因缺损,裂纹或腐蚀的存在而改变。这种傅科电流分布的改变作用于傅科电流生成的部件表面的磁场分布。这样根据磁场的分布就能得出有关这些缺损的信息。

[0004] 还有一种最新的技术,将激励的磁场和光磁成像设备相结合。光磁成像设备包括一种磁性材料,使得可以测量生成的法拉第旋转,它与在呈现于部件发出的磁场分布时磁性材料的磁化(aimentation)成比例。

[0005] 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。

[0006] 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实时监控其结构的状况,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

[0007] 本发明提供一种可以通过对所述部件因激励场产生的漏磁场形状的局部测量在该部件的使用全过程中监视其结构健康状况的实时监控设备。

[0008] 这样的设备要解决的问题是:

[0009] 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。

[0010] 要装备一个控制装置,在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,这样就保证了修复费用最低化以及结构的最大安全性。

[0011] 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。

[0012] 实际上,本发明涉及一种实时非破坏性监控部件的设备。根据本发明,所述设备包括和附着在要监控的部件表面的柔性载体成一体、生成位于部件内部的激励磁场的装置,和测量所述部件响应所述激励场发出的磁场分布的测量装置,所述测量装置迭在生成所述激励场的装置上。

[0013] 有利地是,所述的载体是个柔性载体,可以与部件的形状相符合。

[0014] 有利地是,测量装置具有适当的灵敏度,用于确定可以揭示部件缺损的存在的磁场分布异常。

[0015] 根据本发明,所述激励磁场的生成装置包括一个微线圈网络,每个所述的微线圈流有交流电流以生成所述的激励磁场。

[0016] 在本发明的另一种实施方式中,所述激励磁场生成装置包括一个微磁铁网络。

[0017] 在所述测量装置的一种实施方式中,它包括对磁场敏感的液晶膜片和一个重叠在所述液晶膜片上的光电微传感器网络。每个光电微传感器都包括一个将光辐射转换为电荷的光敏单元,这个光敏单元和收集电荷的电荷转移设备连接。

[0018] 在所述测量装置的另一种实施方式中,它们包括直接测量所述部件的磁场分布的微磁阻传感器网络。

[0019] 根据本发明的一种特别的实施方式,所述的网络由行列矩阵组成。

[0020] 设备还包括将所述测量装置和记录存储器连接的接口电子元件。接口电子元件和存储器和柔性载体成一体以实现单块式监控设备。

[0021] 有利地是监控设备包括一个计算系统,例如用来根据要监控的部件发出的磁场的分布自动确定与缺损的体积、位置和性质相关的信息的微处理器。

[0022] 根据本发明的一个实施方式,所述的计算系统不与柔性载体成一体,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。

[0023] 根据本发明的另一个实施方式,所述的计算系统与所述的柔性载体成一体并连接于所述的接口和记录存储器之间。

[0024] 根据本发明,计算系统包括一个含有单个或多个部件的至少一个磁场分布参考图的存储器,一些将所述计算系统接收到的电信号转换为表示微传感器测量的漏磁场分布的信号的计算装置,以及一些分析所述磁场分布与参考磁场分布的分析装置。

[0025] 分析装置包括比较测量的漏磁场分布和参考磁场分布的比较分析装置。有利地是,所述的比较分析装置包括生成状态信号 S 和与部件存在缺损相关的信息的生成装置。

[0026] 有利地是,状态信号 S 和所述信息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。

[0027] 警报装置最好包括,例如,显示装置和光或声指示器。

附图说明

[0028] 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:

[0029] 图 1 示出根据本发明的一种实施方式的监控设备的截面图,它包括生成激励磁场的微线圈网络,一个液晶膜片和一个光电微传感器网络,设备覆盖在要监控的部件表面然后被一涂层覆盖。

[0030] 图 2 示出根据一种实施方式的微线圈的俯视图。

[0031] 图 3 示出根据本发明的另一种实施方式的监控设备的截面轮廓图,监控设备包括一个微线圈网络,一个低磁阻的磁微传感器网络,所述的设备覆盖在要监控的部件表面然后被一涂层覆盖。

[0032] 图 4A 和 4B 示出分别在零磁场和磁场中的超强磁阻单元的运行原理。

[0033] 图 5 示出该设备的一实施方式中的监控设备俯视图。

[0034] 图 6 示出图 5 中的监控设备正在将电信号传输至远距离的计算系统的示意图;

[0035] 图 7 示出地面飞机的部件表面上的监控设备网络传输在飞行过程中记录的信号的示意图。

具体实施方式

[0036] 当一个部件经受常常是循环的方式的很强的机械激励时,在一段时间后部件就出现疲劳裂纹。当部件处于激励磁场时,裂纹的存在形成磁障碍,作用于部件响应于激励磁场发出的磁场的分布。通过建立部件的磁场分布图并使用恰当的分析装置,就能根据磁场分布图得出与部件中存在缺损有关的信息。

[0037] 在非铁磁但导电部件情况下,激励磁场在部件中感应傅科电流的流通。部件内出现的傅科电流在部件周围生成在部件周围辐射的漏磁场。这些电流的特点是与部件的特征如形状,导电性密切相关的。这些电流会因结构缺损、裂纹或腐蚀的存在而改变。然后傅科电流分布的改变作用于要监控的部件发出的磁场分布。建立一个精确的部件磁场分布图就可以对缺损和裂纹进行定位。

[0038] 当铁磁性部件表现为一个不同磁化方向的磁畴的结构时,激励磁场直接对每个磁畴的磁化方向重新定向,从而修改部件的磁畴的形状。磁畴的新形状会受到可能出现的缺损、裂纹或腐蚀的干扰。建立一个铁磁性部件的磁畴图,就可以对缺损和裂纹定位。

[0039] 图 1 和图 3 示出通过分析磁场分布非破坏性监控部件的设备的两种实施方式,包括生成部件内部的激励磁场的装置和用来确定部件的漏磁场分布的测量装置,测量装置迭在生成装置上。生成装置和固定在要监控的部件表面区域的柔性载体 2 成一体。

[0040] 有利地是这个载体 2 是柔性载体,例如用塑性材料做成,可以将监控设备 1 固定在要监控的部件表面并与部件的形状相符合。固定使用一种粘合剂材料。最好这个粘合剂被选择为使得能从要监控的部件重新取下设备,以便当设备损坏时可以方便更换。

[0041] 本设备最好为适当的有限尺寸,以便将其固定在部件的裂纹可能出现的临界区域。在一架飞机上,设备要能安置在相关的临界区域,例如连结元件,舱口接合元件和应力集中较强的区域。

[0042] 有利地是,监控设备 1 可以安装一个表层 8,例如可以是涂层,重叠在监控设备 1 上面。

[0043] 举一个并不限制性的根据图 1 和图 2 示出的磁场生成装置的实施方式的例子。在该例子中,激励磁场的生成装置包括用于生成能够穿入要监控的部件 4 内的激励磁场的微

线圈网络 6。

[0044] 在生成激励磁场的装置的另一个实施例中,它包括微磁铁网络,对其的磁化是通过位于例如该载体周边 10 的电子元件维持的。

[0045] 有利地是磁场生成装置与测量装置是解耦的,在这种情况下,磁场生成装置包括仅仅一个用于生成穿入要监控的部件 4 内的激励磁场的适当的微线圈。

[0046] 在本发明的一个特别的实施方式中,微线圈网络被安排成行列矩阵。每个微线圈中流有交流电流。微线圈是通过例如微型版制版法制作,第一步为得到微线圈树脂模的照相石印法,第二步为金属例如铜的电解沉积。在本发明的范围内,在其上制作微线圈的衬底是一个用塑性材料制作的柔性衬底,从而与放置监控设备 1 的部件表面的形状吻合,以满足不同形状的部件的需要。

[0047] 图 2 示出微线圈 6 的一个特殊的形状,它由三个平面矩形的螺线圈组成。每个螺线圈的体积都为十几微米数量级,微线圈的大小为几百微米数量级。每个螺线圈的体积都应适宜于将电流集中到螺线圈中,有一个铜的截面表面,可以有效的与衬底接触和散热。由这些微线圈得到的局部的磁场可进入到要监控的部件的内部。

[0048] 图 1 示出磁场分布的测量装置的一种实施方式,磁场或由要监控的部件内部的傅科电流生成,或由要监控的包括一个重叠于微线圈网络 6 上的液晶膜片 7 的铁磁性部件的磁畴直接生成。液晶对磁场敏感,适于根据磁场的强度和方向对其定向。液晶膜片安装在例如两个塑性载体之间。这些液晶的结构根据部件内部的傅科电流生成的漏磁场的强度和方向而改变,这由液晶不同面反射的波谱成分的变化来表现,因此又导致液晶膜片 7 的表面色彩的变化。部件发出的磁场的分布就这样由液晶膜片以所述液晶不同的面有选择发散的光谱的形式建立。

[0049] 为了根据磁场探测这种色彩的变化,在液晶膜片 7 上放置一个光电微传感器网络 3。每个光电微传感器都能借助能将光能转换为电荷的光敏单元将液晶膜片发射的光辐射转换为电荷。每个光敏单元都与排除电荷的电荷转移装置连接。光敏单元就生成了代表光能的电信号。

[0050] 最好,膜片表面上的入射光波来自于每个光电微传感器 3 内的光源。

[0051] 在本发明的一个特别的实施方式中,磁场分布的测量装置只包括一个发射器和接收器的、既起传感器作用又起液晶膜片作用的微传感器网络。微传感器能存储代表磁场分布的信息,并能按根据周期性请求的命令发送或当信息包含有超过一个阈值时自动发送。

[0052] 图 3 示出测量装置的另一种实施方式,包括直接检测由傅科电流或由要监控的部件的磁畴生成的磁场分布的磁阻微传感器网络 9。磁阻微传感器的运行原理建立在随施加的磁场方向变化的磁性材料的电阻变化基础上。磁阻微传感器最好是能反映与零磁场的电阻相比电阻的大变化的超强磁阻 (GMR) 效应微传感器。

[0053] 在超强磁阻效应微传感器的一种特别的实施方式中,每个超强磁阻效应微传感器由一个含四个超强磁阻效应微传感器的惠斯顿电桥组成。当电桥平衡时,电桥的输出电压为零。在磁场作用不均匀时,电桥失去平衡,形成与磁场变化成比例的输出电压。图 4A 和 4B 分别示出,零磁场中一个厚为几个纳米的铁磁性层组 16 和有磁场时一个厚为几个纳米的非磁性层组 17。零磁场中,磁性通过朝向相反方向的铁磁性薄层 16 的箭头和非铁磁性薄层 17 的箭头表示。电子很难垂直地穿过薄层,这样会导致高电阻 R_0 。在施加的磁场作用

下,磁化与施加的磁场平行,这样更便于让电子通过以降低电阻 R1。

[0054] 磁阻按例如微型版制版法在铁磁性和非磁性层组堆中得到,包括照相石印法和蚀刻得到磁阻柱网络。

[0055] 图 5 示出根据前面陈述的实施方式的监控设备的俯视图。在本发明的一个特别的实施方式中,设备具有基本上矩形的形状,包括例如安排成行列矩阵的光电 3 或磁阻 9 的微传感器网络 56。监控设备还包括连接微传感器网络 3,9 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 都和柔性载体 2 成一体以更好地实现单块式监控设备。

[0056] 表征微传感器 3,9 测量的局部磁场的电信号形式的数据被传送到接口电子元件 10,它包括例如放大信号功率的放大器,这样就可以改善信噪比,以及一个用来将接收到的模拟电信号转换为数字信号的数字/模拟变换器。接口电子元件输出的电信号可以是电流强度或电压。

[0057] 然后放大的信号被传送到记录存储器 11。图 5 中接口电子元件 10 在微传感器的行的端部。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。

[0058] 行列矩阵的微传感器的结构保证得到磁场分布图,从而可以在部件表面定位部件缺损的位置。

[0059] 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出现局部损坏的情况下,位于网络的损坏区域周围的微传感器能够保证对被监视区域中与可能的缺损足够接近的区域进行监视。

[0060] 在本发明的一个特别的实施方式下,微传感器 3,6 向接口电子元件 10 发出的电信号的传输方式是隔行传输。在每行微传感器的上面都有一个存储线 18。信号被临时存储在该存储线 18 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。

[0061] 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。

[0062] 为了自动处理微传感器测量的电信号,监控设备还包括一个计算系统 13,它可以将电信号转换为表示部件发出的漏磁场的信号并且确定磁场的分布。计算系统可以是例如微处理器系统。

[0063] 如图 6 所示的本发明最好的实施方式下,计算系统不和柔性载体 2 成一体,该设备包括利用无线、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 的发送装置 12。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,频率被选择以保证代表部件漏磁场分布的电信号的发送不会干扰监控设备 1 以外的其它设备的数据的发送。

[0064] 传送记录存储器 11 中的电信号至计算系统 13 的发送装置 12 也可以是有线连接。

[0065] 计算系统 13 接收到的电信号借助于装有将磁场和电信号相关联的理论模型的计算装置转换为表示部件漏磁场的信号。这些计算装置产生磁场的图像,可以是振幅图、磁场的谱表示图。然后这些代表部件发出的磁场分布的数据被传输到分析装置。

[0066] 分析装置包括对微传感器网络测量的磁场分布和参考磁场分布的振幅进行比较研究的比较分析装置。有利地是这些比较分析装置可以建立一个部件漏磁场变化的分布

图。为此,计算系统要包括一个记录着部件参考磁场分布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的预先确定的比较模型。这些参考图可以根据参考结构预先确定。参考部件应该是被认为没有任何缺损的部件,例如,刚从生产线上下来并且通过所有的鉴定步骤的部件。参考图也可以根据模型建立预先确定。在这种实施方式中,计算系统最好是便携式的。当分析装置对参考磁场分布和微传感器测量的磁场分布的振幅进行比较时,如果参考磁场分布和测量的磁场分布之间的微分值超过了一个阈值,分析装置就产生状态信号 S。

[0067] 有利地是分析装置包括确定微传感器测量的漏磁场的谱表示的谱分析装置,从而确定与部件存在缺损相关的信息。尤其是谱分析还能确定缺损的性质和体积。

[0068] 在结构的实时监控领域,监控设备例如被编程,当飞机不在地面时运行;然后以规律的时间间隔进行测量,例如在确定的期间每 5 分钟进行操作以实现随着时间的测量。这样监控设备就可以获得被监视的区域随着时间变化的图,以建立磁场分布变化的演变。

[0069] 状态信号和与缺损性质、缺损体积、缺损位置等其他缺损相关信息都通过计算系统传输到警报装置 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/或声的指示器 20。

[0070] 存储器 12 中存储的电信号到计算系统的传输可以被编程,这样就可以例如在飞机飞行结束后自动进行。传输也可以在检查飞机时由维护人员通过询问监控设备而人工进行。

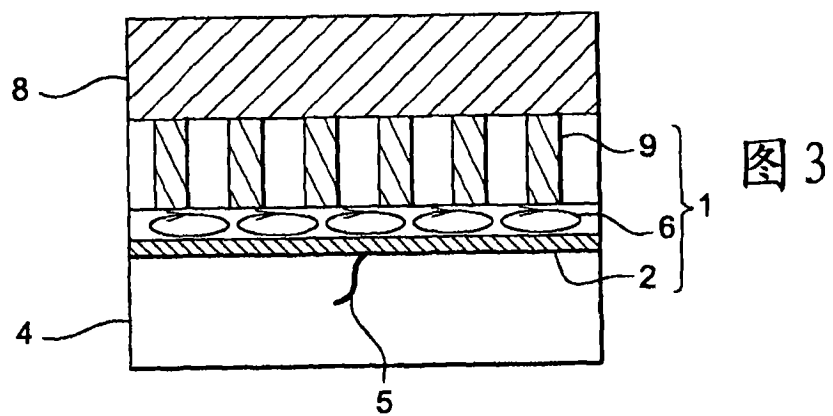
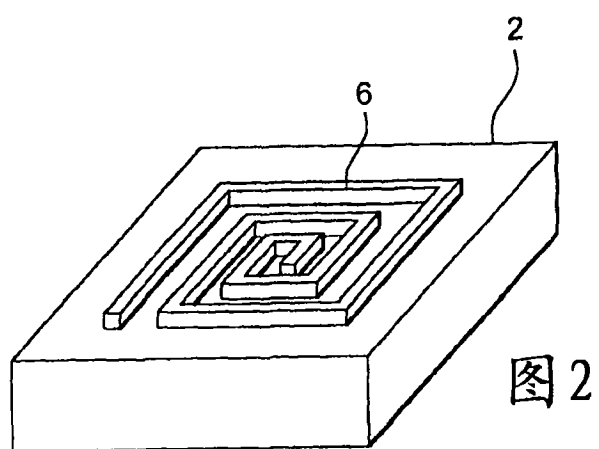
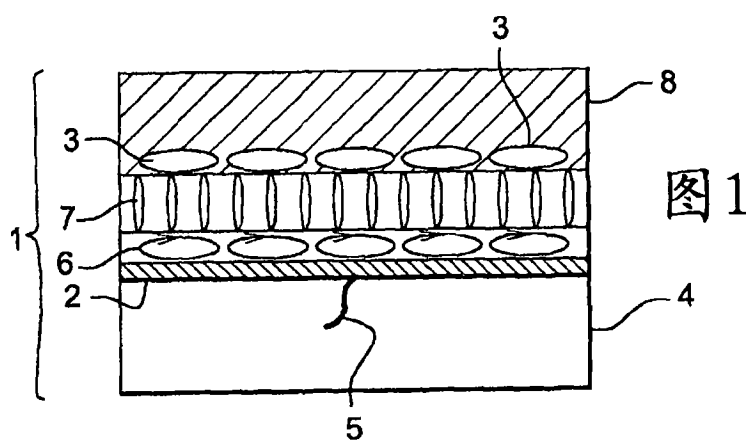
[0071] 在本发明的另一个实施方式中,计算系统 13 直接和柔性载体 2 成一体并且连接在接口电子元件 10 和记录存储器 11 之间。在这种实施方式中,计算系统 13 直接接收接口电子元件 10 的电信号然后只将状态信号和与缺损相关的信息发送到记录存储器 12。在进行一次检查时,操作员通过询问监控设备借助于有线的、无线的、无线电或红外链接卸载状态信号和存储在记录存储器中的信息到警报装置 14。

[0072] 图 7 示出飞机 15 的结构表面放置的监控设备 1 的网络。飞机在地面时,监控设备 1 网络将飞机飞行过程中记录的信号传送至与警报装置 14 连接的计算系统 13。在这里警报装置包括例如带有显示屏幕 22 的计算机和一些声音指示器 20。

[0073] 和柔性载体成一体的所有的电子元件都借助于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。但是,微制造过程中使用的温度有可能毁坏塑性衬底。目前一种建议的解决办法是首先制作放置在玻璃上的硬衬底上的元件。硬衬底可以是例如硅,氧化铝。用作保护的另一个玻璃层用可溶解粘合剂固定在这些元件上,然后硬衬底用激光切除术从叠层中去除出来。将电子元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。

[0074] 在本发明的一个特别的实施方式中,监控设备呈现为厚度数量级为 50 微米、侧面表面积为 10×10 厘米的薄膜,它装有一些大小 100 微米数量级而且间隔十几微米数量级的微传感器。

[0075] 本发明已经呈现在飞行器部件的监控领域内,但是它也可以用于所有的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。



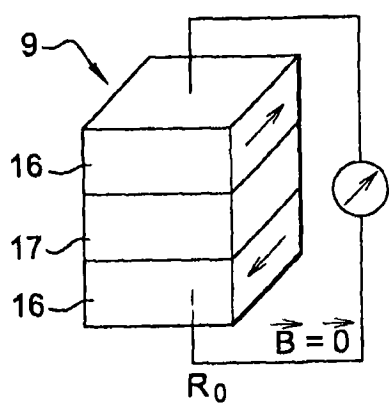


图 4A

$$R_1 < R_0$$

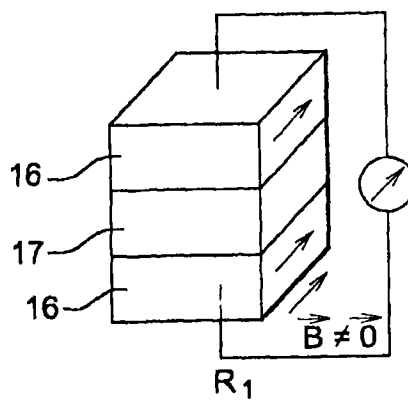


图 4B

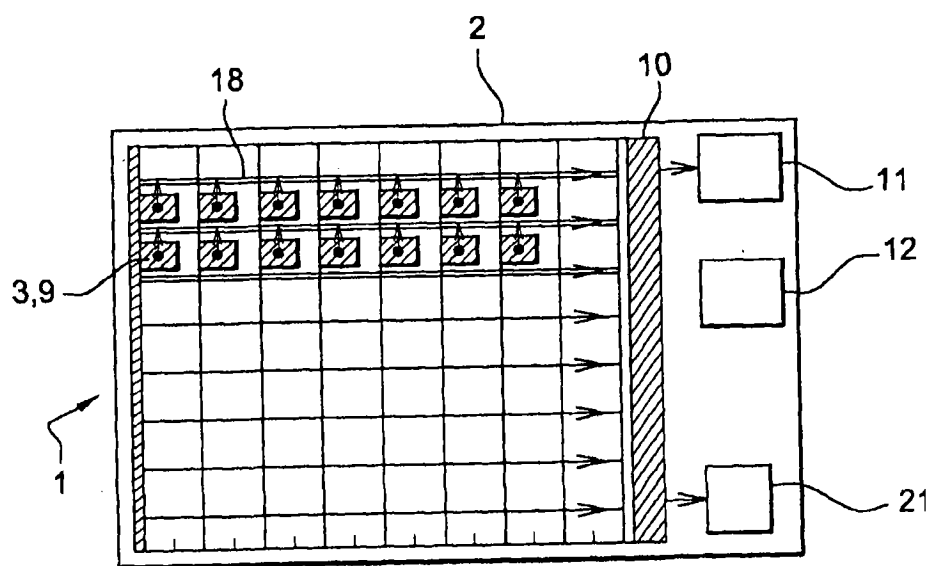


图 5

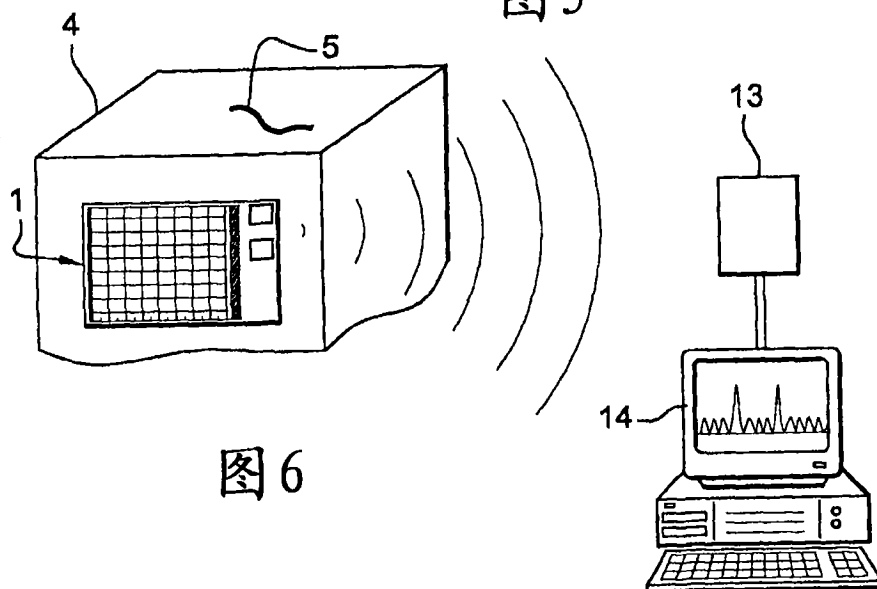


图 6

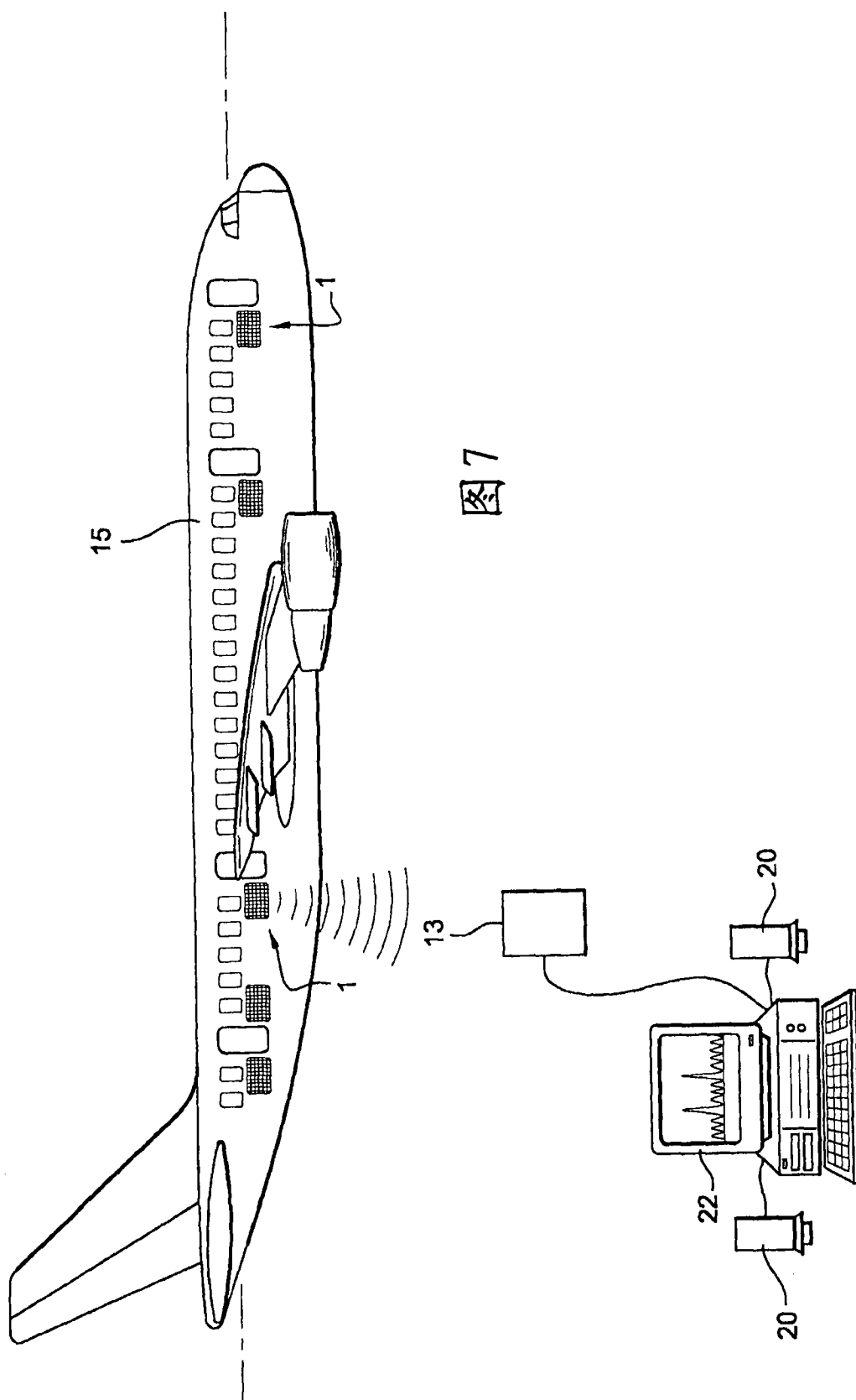


图7