



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101322071 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200680045229.0

(22) 申请日 2006.12.01

(30) 优先权数据

11/293,443 2005.12.02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.06.02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/045851 2006.12.01

(87) PCT申请的公布数据

W02007/064798 EN 2007.06.07

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 约翰·W·帕尔马蒂尔

艾伦·S·洛克

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

G03B 29/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6017125 A, 2000.01.25, 全文.

GB 2143423 A, 1985.02.13, 全文.

US 2005/0082262 A1, 2005.04.21, 全文.

US 4699683 A, 1987.10.13, 全文.

US 4124285 A, 1978.11.07, 全文.

US 2005/0225753 A1, 2005.10.13, 全文.

US 6694164 B2, 2004.02.17, 全文.

JP 平6-273349 A, 1994.09.30, 全文.

US 4583181 A, 1986.04.15, 说明书第10栏第3段-第14栏第1段、图13-23.

审查员 任仁雄

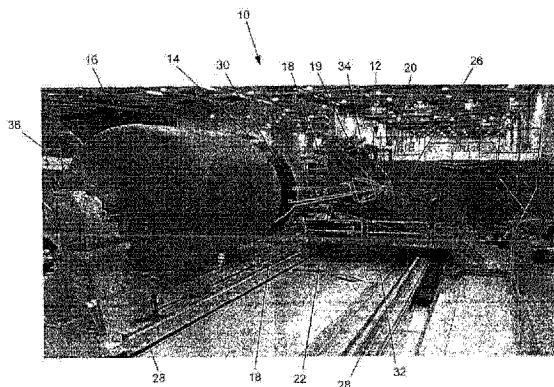
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

投影缺陷和检查位置的系统及相关方法

(57) 摘要

提供了一种将图像投影在工件上的系统和方法。该系统包括能够提供指示工件内的缺陷的信息的数据系统,其中该信息基于由至少一个传感器获取的数据。该系统也包括图像投影设备,其与该数据系统通信并能够将指示缺陷的图像投影在工件上,该系统还包括多个编码器,用于确定图像投影设备的位置和/或方位。



1. 一种光投影系统,包括:
数据系统,能够提供指示工件内的缺陷的信息,其中该信息基于由至少一个传感器获取的数据;
图像投影设备,与该数据系统通信并且能够将指示缺陷的图像投影在工件上;
多个编码器,用于确定该图像投影设备的位置和方位中的至少一个;以及
至少一个编码反射设备,其能够响应于与被投影的图像的相互作用,将指示缺陷的反馈提供给该数据系统。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,该图像投影设备包括激光投影仪或数字投影仪。
3. 根据权利要求1所述的系统,还包括至少一个投影仪定位设备,其能够确定该图像投影设备的位置和方位中的至少一个,其中该投影仪定位设备包括包含回射靶的框架,以及其中该图像投影设备能够将图像投影在该回射靶上。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中,该图像投影设备和框架附接于可移动台架上。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,该数据系统能够提供指示该缺陷的位置的位置信息和指示该缺陷的信息。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,该图像投影设备能够将表示该缺陷的位置的图像投影在该工件上。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,该图像投影设备能够将关于该缺陷的外围的图像投影在该工件上。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,该图像投影设备能够将指示缺陷的特定类型的图像投影在该工件上。
9. 一种用于将图像投影在工件上的方法,包括:
提供指示该工件内的缺陷的信息;
利用多个编码器确定图像投影设备的位置和方位中的至少一个;
利用该图像投影设备将指示缺陷的图像投影在工件上;以及
响应于与被投影的图像的相互作用,提供指示缺陷的反馈。

投影缺陷和检查位置的系统及相关方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光投影系统,更具体地,涉及一种用于在制造或装配工件 (workpiece) 期间投影缺陷 (flaw) 和检查位置的光投影系统。

背景技术

[0002] 一种用于帮助测量工件的方法和设备包括使用图像投影设备,例如激光投影机,其将激光束投影在工件上,以限定检查工件的特定位置。此外,在装配和检查工件期间已采用图像投影设备来帮助工人。例如,图像投影设备能够投影飞机机身或样板的叠层 (laminated ply) 的位置或投影要装配的部件的轮廓。

[0003] 因此,需要控制或监视图像投影设备的方位和位置,以准确地将图像投影在工件上。通常,投影技术不仅需要对正被投影的物体上的参考点进行测量,而且如果这些参考分布在图像投影设备的视野之外,则需要辅助测量系统以建立参考点。例如, Morden 等人的美国专利申请公开 No. 20050121422 公开了一种激光投影系统,其修改存储在计算机中的与设计工件的激光投影相关联的数据,以提供激光图像在建造条件下的工件上的投影。具体地, Morden 采用数字扫描仪和激光投影仪,它们都安装在具有测量接收器和反射靶 (target) 的框架 (frame) 组件上,用于确定扫描仪和投影仪相对于各个框架组件的位置。因而,激光投影系统本质上是“无靶的 (targetless)”,因为尽管反射靶在框架组件上,但是在数字扫描仪或激光投影仪的视野之内,工件不需要靶。

[0004] 另外, Kaufman 等人的美国专利申请公开 No. 20040189944 公开了一种将实际表面上的偏差可视化的方法和系统。更详细地, Kaufman 公开了通过将勾画出与理想设计偏离的区域的轮廓的图案光投影在表面上而将表面形状误差可视化。该系统利用与回射 (retro-reflective) 元件结合的激光跟踪器和与该表面相关的参考点,来产生提供实际表面的空间轮廓的数据点的三维点云。该激光跟踪器所用的相同参考点也可以由图像投影设备来测量,以计算其方位和位置。将该点云与标称表面相比,计算偏差并将此偏差变换成二维地形图 (two-dimensional topographical map),以利用光投影仪将其投影在表面上。

[0005] 尽管为了其它目的 (如,画图、应用贴花 (decal) 等) 已经发展了针对工件上的装配或定位区域的确定设计外围和建造外围之间的差的技术,但是通常不采用图像投影系统来定位工件上或工件内的缺陷。例如,不采用通常的投影系统来定位裂缝、间断、空隙或细孔,这些会不利地影响工件的性能。此外,通常的图像投影系统不能用在制造期间 (如,在将复合层带状铺叠在工件上期间),以验证工件的完整性和适当性。另外,通常的图像投影系统不能用于记录工件表面上的反馈 (如,关于正被检查的工件的信息)。

[0006] 因此,提供能够定位工件上或工件内的缺陷的光投影系统是有益的。此外,提供能够在制造过程期间定位工件上或工件内的缺陷而不需要测量参考点的光投影系统是有益的。投影指示工件上或工件内的缺陷的类型的信息也是有益的。此外,提供定位缺陷并能够提供有关工件上或工件内的缺陷的反馈的光投影系统是有益的。

发明内容

[0007] 本发明的实施例可以通过提供一种能够定位描述工件的至少一部分的特征的信息并将指示被描述特征的部分的图像投影在工件上的光投影系统来解决至少一些上述需要并达到其它优势。具体来说,该系统能够从获取指示工件的信息的一个或多个传感器接收信息或访问存储指示工件的信息(如特征缺陷)的数据库,并利用用于投影图像的图像投影设备来定位工件上的缺陷。这样,技术人员可以容易地识别并定位缺陷,以修复/替换工件的一部分或装配/再装配该工件。

[0008] 在本发明的一个实施例中,提供了一种光投影系统。该系统包括能够提供指示工件内的缺陷的信息的数据系统,其中该信息基于由至少一个传感器获取的数据。另外,该系统包括与该数据系统(例如,数据获取系统或数据库)通信的图像投影设备(例如,激光投影仪或数字投影仪),用于将指示缺陷的图像投影在工件上。该系统还包括多个编码器,用于确定该图像投影设备的位置和/或方位。该工件通常无需投影仪定位设备(例如参考靶)。

[0009] 根据本发明的系统的各种修改,该系统也包括一个或多个投影仪定位设备,用于确定该图像投影设备的位置和/或方位。该投影仪定位设备可以是包括靶的框架,其中该图像投影设备能够测量靶并确定其位置和/或方位。该图像投影设备和框架可以附接于可移动台架上,或者可以位于与台架相邻的带子叠放头(tape lamination header)的附近。该系统也可以包括至少一个编码反射设备,用于响应于与投影的图像的相互作用向数据系统提供指示裂纹的反馈。

[0010] 该系统的另外变化提供一种能够提供缺陷的位置信息以及指示缺陷的信息的数据系统。此外,该图像投影设备能够将指示缺陷的位置的图像以及指示缺陷的图像(如,关于裂纹的外围的图像和/或指示裂纹的具体类型的图像)都投影在工件上。

[0011] 本发明的其它方面也提供用于将图像投影在工件上的方法。该方法包括提供指示工件内的缺陷的信息。该方法还包括利用多个编码器确定图像投影设备的位置和/或方位,以及利用图像投影设备将指示缺陷的图像投影在工件上。该方法也可以包括将带子(tape)叠放在心轴(mandrel)上以形成工件的至少一部分,使得在工件制造期间可以将图像投影在工件上。此外,该方法可以包括响应于与被投影图像的相互作用而利用至少一个编码反射设备来提供指示缺陷的反馈。

[0012] 在此方法的各个方面中,该投影步骤包括将表示缺陷的位置的图像投影在工件上。例如,该投影步骤可以包括利用该图像投影设备来投影关于缺陷的外围的多边形图像和/或投影指示缺陷的具体类型的图像。此外,该提供步骤可以包括提供指示缺陷的位置信息,如缺陷的坐标。该提供步骤可以包括从数据系统访问指示工件的信息。该确定步骤可以包括利用至少一个投影仪定位设备来确定图像投影设备的位置和/或方位。

附图说明

[0013] 现在参照附图来描述已概括地描述的本发明,附图不是必需按照比例来绘制,其中:

[0014] 图1是根据本发明的一个实施例的光投影系统的透视图;

[0015] 图2是根据本发明的另一个实施例的投影在工件上的关于缺陷的外围的图像的

正视图；以及

[0016] 图 3 是示出根据本发明的一个实施例的将图像投影在工件上的方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 下文将参照附图更完整地描述本发明，在附图中，示出了本发明的一些而非全部实施例。实际上，本发明可以以多种不同的形式来体现，并且不应当被理解为限于这里阐述的实施例；相反，提供这些实施例是为了本公开的内容满足实用的正当需求。相似的数字始终指代相似的元件。

[0018] 现在参照附图，具体地参照图 1，其示出了用于识别和定位在工件上或工件内的缺陷的光投影系统。所示出的实施例的系统 10 包括有多个头的带子叠层机器 12 (“MHTLM”)，采用此机器将带子 14 绕在心轴 16，以形成诸如飞机机身的工件。传感器 18 由 MHTLM 12 携带并且定位，以在将带子 14 叠放在心轴上时获取指示工件的数据。此外，系统 10 包括图像投影设备 20，其能够将图像 30 投影在用于定位由传感器 18 所识别的工件的一部分的工件上。传感器 18 和图像投影设备 20 与数据系统 22 通信，以使得数据系统可以提供和 / 或处理由该图像投影设备的传感器获取的数据。例如，数据系统 22 能够提供由传感器 18 检测到的缺陷的位置信息，图像投影设备 20 可以将指示缺陷的图像投影在工件上。这里所用的术语“缺陷”并不意味着限制，因为缺陷可以是需要技术人员注意的工件内的任何疵点、瑕疵或特征，以用于诸如修复或替换该工件或工件的一部分。

[0019] 光投影系统 10 可以用于在需要或想要检测工件内的缺陷或瑕疵的多种工业中（如，飞机、汽车或建筑业）检查任何数量的工件。此外，系统 10 可以用在装配工件期间或之后用于提供工件上的位置以用于测量或另外的制造操作，例如用于在带状层压工件期间 (during tape lamination of the workpiece) 定位层边界。

[0020] 术语“工件”也不意欲是限制性的，因为光投影系统 10 可以用于检查任何数量的不同形状和大小的部件或构件，如机制锻件、铸件或薄板。因此，尽管图 1 示出了 MHTLM 12 用于将带子 14 放置在工件上，但是可以采用系统 10 来检查各种工件。例如，可以对新制造的构件或正被检查的已有构件执行检查以防止维修。此外，工件可以是任何数量的复合材料和 / 或金属材料。

[0021] 参照所示出的实施例，本领域技术人员公知的 MHTLM 12 通常包括台架 (gantry) 26 和多个带子头 19 以放置复合材料的带子 14。台架 26 能够沿着轨道 28 移动以使得带子 14 随着心轴 16 的旋转而被放置并随着台架的移动而被纵向放置。但是，这里所用的术语“MHTLM”不意欲是限制性的，因为可以使用运动轴上具有编码器的任何数控机器或手动操作机器。可以有任何数量的机器编码器位于 MHTLM 12 的任何移动部件上，如心轴 16、台架 26 和带子头 19。机器编码器能够确定 MHTLM 的各个部件的方位和位置。

[0022] 图像投影设备 20 可以是能够将可视图像 30 投影在工件上的任何设备。例如，图像投影设备 20 可以是激光投影仪或数字投影仪。图像投影设备 20 (如激光投影仪) 包括检流计，用于将投影图像 30 导向到期望坐标。图像投影设备 20 附接到台架 26 上，以使得当带子 14 随着带子头 19 被放置时图像投影设备可以随着台架而移动。具体来说，图像投影设备 20 安装在 MHTLM 操作员的工作台之上和之后，如图 1 所示，然而图像投影设备可以位于各个位置并且仍然能够将图像投影在工件上。心轴 16 的旋转使得图像投影设备 20 相

对于台架 26 保持固定,仍然与工件的表面近似垂直地投影图像。因而,可以降低由投影不确定性(即,图像投影设备如何瞄准)、表面不确定性和任何参考靶中的不确定性导致的误差。尽管图 1 中仅描述了单个图像投影设备 20,但是如果需要的话,可以存在多于一个的附接到台架 26 上并与数据系统 22 通信的图像投影设备。

[0023] 可以使用机器编码器依次确定图像投影设备 20 相对于台架 26 和工件的位置和方位。可以采用机器编码器来监视 MHTLM 12 的各个部件的位置,如上所述。因而,通过确定 MHTLM 12 的各个部件的位置和方位,可以确定图像投影设备 20 的位置和 / 或方位。通过使用机器编码器来确定图像投影设备 20 的位置和 / 或方位,也可以确定图像在工件上的投影的位置。

[0024] 如果需要额外的精确度,则各种投影仪定位设备可以用于确定图像投影设备 20 的位置和方位,例如回射靶或其上附接有回射靶 34 的框架 32,如图 1 中所示。本领域技术人员公知的回射靶在其被投影的方向的近似反方向将光反射回图像投影设备 20,该图像投影设备包括功率检测器,其检测由该回射靶返回的光强度并产生回射靶的坐标。可以采用机器编码器来监视 MHTLM 12 的各个部件的位置,如上所述。因而,通过确定 MHTLM 12 的各个部件的位置和 / 或方位,可以确定回射靶 34 相对于工件的位置。

[0025] 图像投影设备 20 能够投影在多个回射靶 34 上,以获得图像投影设备相对于台架 26 的位置的位置和方位。因而,可以将基于反射光产生的回射靶 34 的坐标与靶的已知位置联系起来,并且可以确定图像投影设备 20 的位置和方位。回射靶的使用可以依赖于由机器编码器所确定的图像投影设备 20 的位置的可接受容差。图像投影设备 20 的瞄准误差的主要来源是其方位,因此其主要误差为位置(即,位移)的回射靶的潜在使用可以改善图像投影设备的方位误差。此外,通常考虑图像投影设备 20 和心轴 16 之间的距离,以用于精确地将数据系统 22 产生的坐标投影到工件上。

[0026] 如图 1 所示,框架 32 附接于台架 26 之上并包括四个回射靶,然而可以采用任意数量的靶。此外,尽管图像投影设备 20 通常相对于台架 26 固定,但是图像投影设备可以包括用于移动该图像投影设备的致动器和监视该设备的移动的编码器。因此,工件是“无靶的”,因为工件上不用包括参考靶就可以确定图像投影设备 20 的位置和方位。此外,由于可以不依赖工件的大小而校准图像投影设备,因此图像投影设备 20 的视野可以小于工件。图像投影设备 20 通常可以投影心轴 16 和台架 26 的任何位置。

[0027] 可以使用各种类型的传感器 18 来检查工件。传感器 18 与数据系统 12 通信。数据系统 22 可以包括在成像软件的控制下工作的处理器或相似的计算设备,以使得可以描述工件内的任何缺陷或瑕疵的特征。可替换地,数据可以存储在与数据系统 22 相关联的存储器设备中,以用于随后的检查和分析。因而,数据系统 22 可以简单地是用于存储缺陷的位置信息和 / 或指示缺陷的数据的数据库,以使得可以在以后访问该信息。数据系统 22 能够产生指示缺陷的数据和 / 或图像,并且也可以允许用户存储和编辑先前产生的数据和 / 或图像。但是,应当理解,数据系统 22 不需要产生图像,因为数据系统可以数学收集和分析数据,并产生如位置信息,以及将该信息发送到图像投影设备 20。

[0028] 图像投影设备 20 能够将指示缺陷的图像 30 投影在工件上。例如,图像投影设备 20 可以投影勾画出缺陷的外围的图像。因而,图像 30 可以是诸如菱形或矩形的各种多边形结构或者是能够限定缺陷的范围的任何其它边界(例如,圆形)。结果,由传感器 18 识别和

由数据系统 22 描述其特征的缺陷可以容易地由技术人员定位以进行修复或替换。此外,图像 30 的结构可以用于指示缺陷的特征(即,分类)和/或类型。例如,正方形可以指示一种缺陷,而圆形可以指示第二种缺陷。图 2 示出了图像投影设备 20 将关于缺陷的多边形图像 30 投影在工件(如叠放在心轴 16 上的褶皱带 14)上。多边形图像 30 显示已由数据系统 22 检测并描述了其特征的缺陷 33 的轮廓,并将其分类。

[0029] 应当理解,可以采用图像投影设备 20 来将任何期望图像投影在工件上。例如,图像投影设备 20 可以将描述工件本身的缺陷的图像投影在该工件上。此外,图像投影设备 20 可以投影具有各种颜色的图像,如用于识别缺陷的具体类型或严重程度。图像投影设备 20 也能够根据由传感器 18 检测到的缺陷数来投影单个视野内的任何数量和大小的图像 30。

[0030] 因此,为了精确地将图像投影在工件上以进行修复或替换,数据系统 22 通常给图像投影设备 20 提供缺陷的坐标。数据系统 22 可以采用各种技术来产生缺陷的坐标,并且图像投影设备 20 利用该坐标来将指示缺陷的图像投影在工件上。例如,当利用传感器 18 检测缺陷时,将缺陷的位置转换成关于心轴 16 的部分坐标(即,以 CAD 模型观看的缺陷)。可以经由数据系统 22 将这些位置发送到图像投影设备 20 作为 X、Y、Z 部分坐标。更详细地说,给定台架 26 的位置和心轴 16 的旋转角,框架 32 上的回射靶 34 的位置可以被转换为相对于心轴和台架的任何位置的部分坐标。基于所测量的回射靶 34 计算图像投影设备 20 的位置和方位将图像投影设备转换成相对部分坐标,因而使得将缺陷投影在工件上。换句话说,该坐标方案利用缺陷位置(即,在部分坐标中的缺陷)和基于台架 26 的位置和心轴 16 的旋转而改变的参考系统。

[0031] 为精确地描述勾画出工件上的缺陷的轮廓的图像而可以采用的其他示范性技术包括:将由传感器 18 检测到的信息发送到数据系统 22,并且利用数据系统基于台架 26 的位置和心轴 16 的旋转角将缺陷的位置信息转换成台架坐标。当台架 26 和心轴 16 移动时,将缺陷的 X、Y、Z 坐标经由数据系统 22 发送到图像投影设备 20。图像投影设备 20 的位置和方位在台架坐标中,如上所述基于位于框架 32 上的回射靶 34,并且数据系统 22 可以为图像投影设备提供相对台架坐标以将缺陷的图像投影在工件上。因而,由于台架坐标中的缺陷随着台架 26 的位置和心轴 16 的旋转而改变,并与基于图像投影设备 20 的位置的固定参考系统相结合,因此该坐标技术使用变化的缺陷位置。

[0032] 当心轴 16 和台架 26 固定时,通常执行利用图像投影设备 20 将图像投影在工件上的操作。因而,检查工件所需的固定位置数依赖于心轴 16 的尺寸和图像投影设备 20 的视野。例如,图像投影设备 20 的视野可以与心轴 16 的每 90° 的旋转对应。但是,应当理解,可以随着利用 MHTLM 12 将带子 14 叠放在心轴 16 上而实时地或接近于实时地将图像投影在工件上。

[0033] 图像投影设备 20 也能够响应于与编码反射设备的相互作用而向数据系统 22 提供反馈。例如,图像投影设备 20 能够包括功率检测电路,其可以使用回射靶或由检测回射靶返回的光强的相同的功率检测器来触发。当投影缺陷位置时,各种编码反射设备(例如,回射材料或多片回射材料(与条形码相似))可以位于投影中,并且在特定缺陷处返回的功率的检测可以使得图像投影设备 20 向数据系统 22 传达关于缺陷的信息(例如,缺陷的类型或可能需要执行的校正动作)。因而,到数据系统的反馈可以用于指示缺陷的配置,用

于保持记录或用于以后修复 / 替换。例如,可以利用指示不存在缺陷的特定回射“条形码”来向数据系统 22 传达回不包含缺陷或包含修复的缺陷的缺陷位置,而其它类型的缺陷(例如,需要另外修复的缺陷)将使用它们自己的回射条形码。结果,操作员可以容易地处理(disposition)正被投影的缺陷而不必要手动输入关于缺陷的信息。

[0034] 图 3 示出了根据本发明的一个实施例的将图像投影在工件上的方法,其中该图像指示工件上的缺陷。例如,通常从数据系统 22 提供指示正被检查的工件的数据(块 40)。编码器和 / 或投影仪定位设备用来确定图像投影设备的位置和方位(块 42)。图像投影设备 20 能够将指示缺陷的图像投影在工件上(块 44)。

[0035] 因而,本发明提供了几个优点。光投影系统 10 提供通过将指示缺陷的位置的图像投影在工件上来定位在工件上的缺陷的技术。缺陷的坐标可以被识别并用来将图像自动地投影在工件上。这样,可以容易地定位并识别缺陷,使得可以执行修复、替换或校正受影响区域的校正步骤。此外,光投影系统 10 能够利用不需投影仪定位设备(即,参考靶)的工件,包括图像投影设备 20 的视野小于工件的情况。因而,光投影系统 10 不受工件的尺寸限制,并且通过将机器坐标与图像投影设备的位置和方位联系起来,能够利用图像投影设备 20 投影机器坐标中的缺陷。此外,光投影系统 10 能够在工件被制造时描述并定位工件上或工件内的缺陷。因此,光投影系统 10 可以提供实时的或接近于实时的反馈,以用于有效地检查工件。此外,图像投影设备 20 能够检测放置在被投影的关于缺陷的图像中的回射材料,从而向数据系统 22 提供反馈。

[0036] 在前面描述和相关附图中介绍的教导的帮助下,本发明所属领域的技术人员将想到这里阐述的本发明的许多修改和其它实施例。因此,应当理解,本发明不限于所公开的特定实施例,并且意欲将修改和其它实施例包括在所附权利要求书的范围之内。尽管这里采用了特定术语,但是它们仅是一般和描述意义上使用的,而不是为了限制的目的。

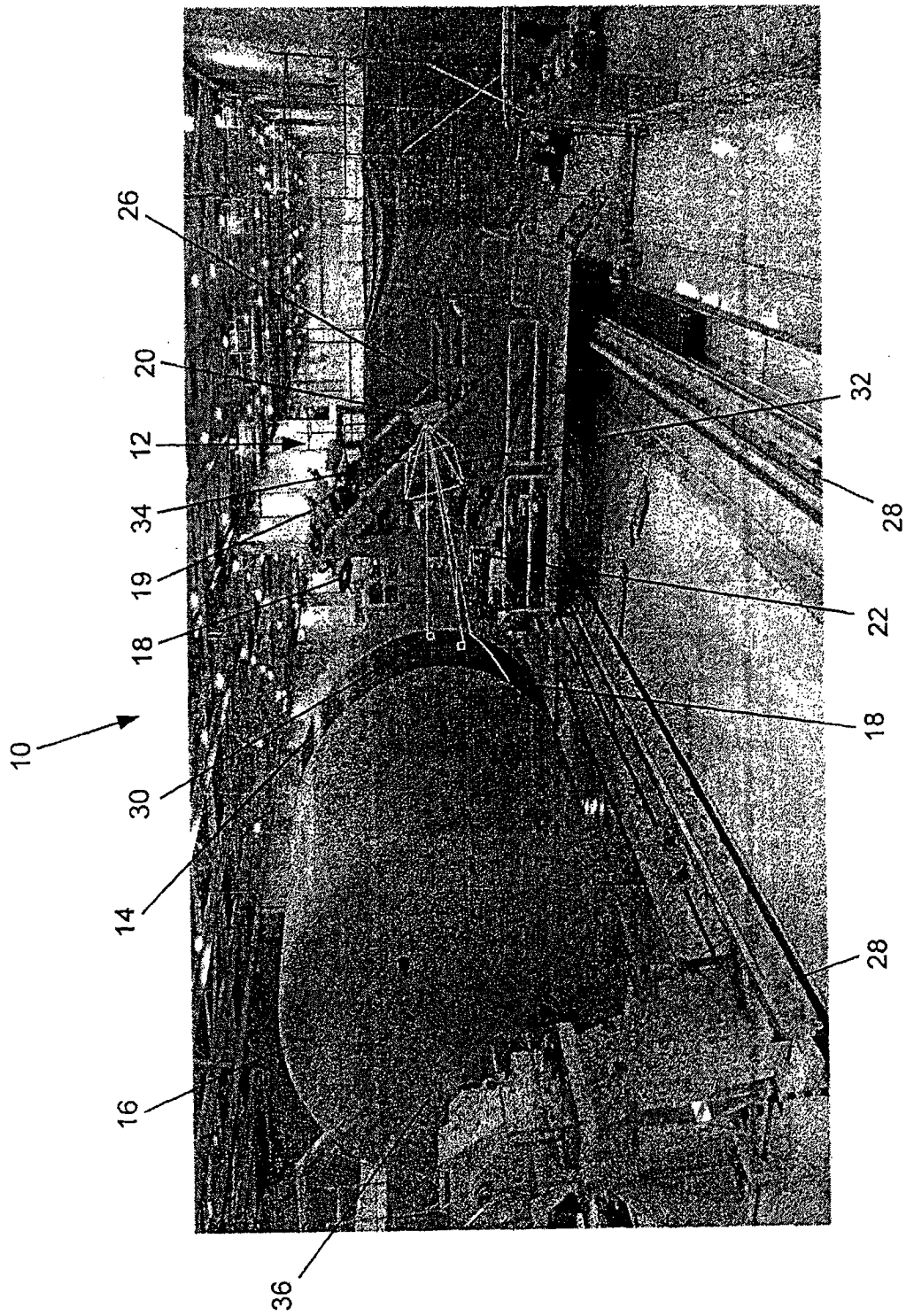


图 1

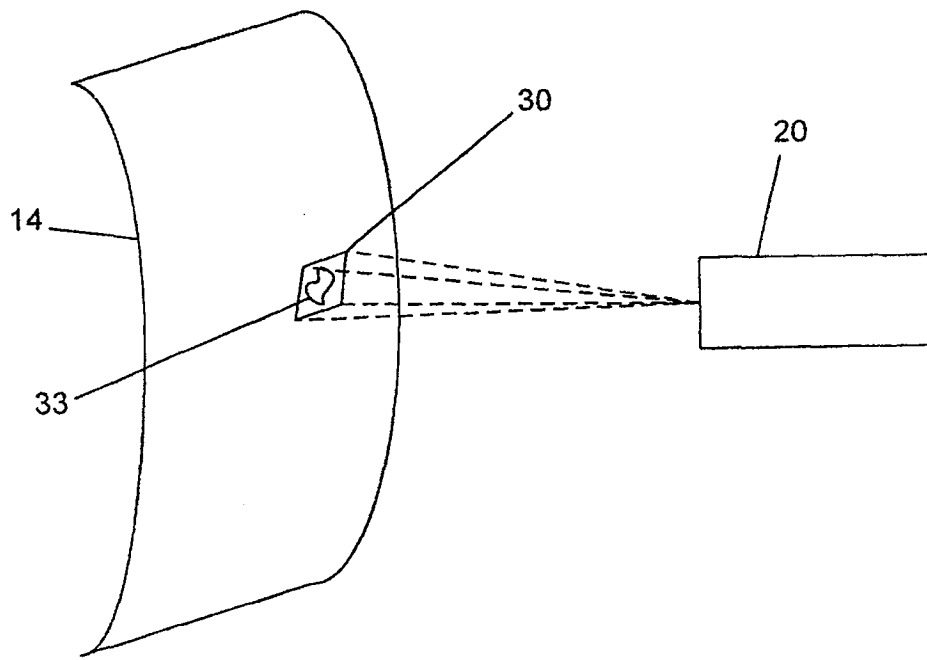


图 2

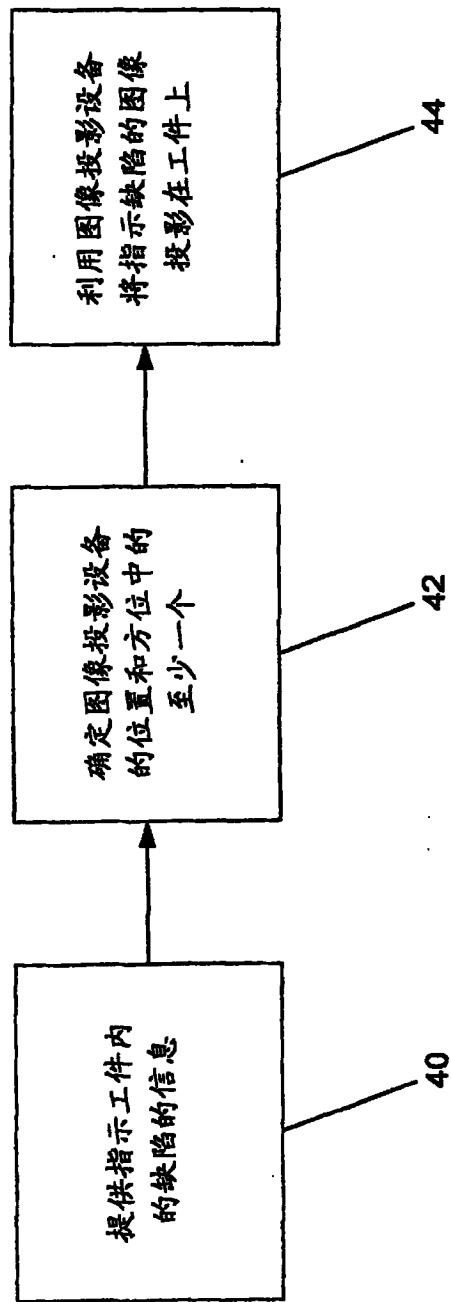


图 3