



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1963381 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200610164125. 3

(22) 申请日 2006. 10. 24

(30) 优先权数据

11/256886 2005. 10. 24 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 K·G·哈丁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 李亚非 梁永

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

G01B 11/02(2006. 01)

G01B 11/24(2006. 01)

G01N 21/00(2006. 01)

G01N 21/88(2006. 01)

(56) 对比文件

US 20030223083 A1, 2003. 12. 04, 说明书第
89-91 段、附图 18.

US 20030223083 A1, 2003. 12. 04, 说明书第
89-91 段、附图 18.

US 5910841 A, 1999. 06. 08, 说明书第 3 栏第
46-52 行、附图 2 和 4.

US 20050073590 A1, 2005. 04. 07, 全文.

US 4864123, 1989. 09. 05, 全文.

审查员 杨延春

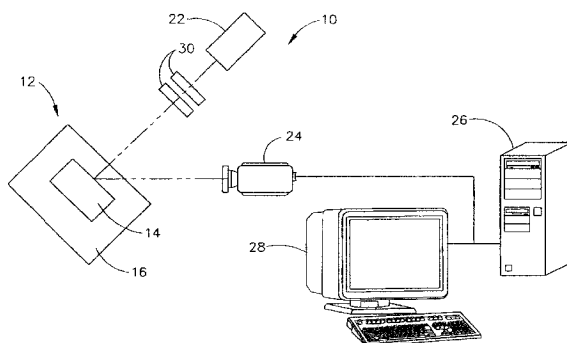
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于检查物体的方法和设备

(57) 摘要

一种利用结构光测量系统 (10) 来检查物体 (12) 的方法 (34), 该结构光测量系统包括光源 (22) 和成像传感器 (24)。所述方法包括: 从光源发射 (36) 光; 在不同的偏振角处使从光源发射的多个不同波长中的每个波长的光偏振 (38); 将从光源发射的光投射 (40) 到物体的表面上; 利用成像传感器接收 (42) 从物体表面反射的光; 以及分析 (46) 由成像传感器所接收的光以便于检查物体的至少一部分。



1. 一种利用结构光测量系统 (10) 来检查物体 (12) 的方法 (34), 该结构光测量系统包括光源 (22) 和成像传感器 (24), 所述方法包括:

从光源发射 (36) 光;

在不同的偏振角处使从光源发射的多个不同波长中的每个波长的光偏振 (38);

将从光源发射的光投射 (40) 到物体的表面上;

利用成像传感器接收 (42) 从物体表面反射的光; 以及

通过在光从物体 (12) 被反射后分析所述多个不同波长中每个的偏振角的变化来分析 (46) 由成像传感器所接收的光, 以便于检查物体的至少一部分。

2. 根据权利要求 1 所述的方法 (34), 其中分析 (46) 由成像传感器 (24) 所接收的光包括: 基于从成像传感器 (24) 接收的光识别多次反射。

3. 一种用来检查物体 (12) 的结构光测量系统 (10), 所述结构光测量系统包括:

结构光源 (22), 其被配置成将结构光投射到所述物体的表面上;

第一偏振滤光器 (30), 其被配置成在第一偏振角处使由所述结构光源发射的第一波长的结构光偏振;

第二偏振滤光器, 其被配置成在与第一偏振角不同的第二偏振角处使由所述结构光源发射的第二波长的结构光偏振, 其中第一波长和第二波长不同; 以及

成像传感器 (24), 其被配置成接收从物体表面反射的结构光, 并在接收该结构光后分析所述第一偏振角和所述第二偏振角的变化。

4. 根据权利要求 3 所述的系统 (10), 其中所述结构光源 (22) 包括所述第一偏振滤光器和第二偏振滤光器 (30)。

5. 根据权利要求 3 所述的系统 (10), 其中所述第一偏振滤光器和第二偏振滤光器 (30) 被至少部分地定位在所述结构光源 (22) 和物体 (12) 之间。

6. 根据权利要求 3 所述的系统 (10), 进一步包括:

第一滤色器 (32), 其被至少部分地定位在物体 (12) 和所述成像传感器 (24) 之间, 并且被配置成从物体表面反射的结构光中分离出第一波长的结构光; 以及

第二滤色器, 其被至少部分地定位在物体和所述成像传感器之间, 并且被配置成从物体表面反射的结构光中分离出第二波长的结构光。

7. 根据权利要求 6 所述的系统 (10), 其中所述第一滤色器和第二滤色器 (32) 包括分色镜。

8. 根据权利要求 3 所述的系统 (10), 其中所述结构光源 (22) 包括:

第一滤色器 (32), 其被配置成从由所述结构光源产生的结构光中分离出第一波长的结构光; 以及

第二滤色器, 其被配置成从由所述结构光源产生的结构光中分离出第二波长的结构光。

9. 根据权利要求 8 所述的系统, 其中所述第一滤色器和第二滤色器 (32) 包括分色镜。

10. 根据权利要求 3 所述的系统, 其中所述光源 (22) 包括下述中的一种: 白光灯, 激光器, 发光二极管 (LED), 液晶显示 (LCD) 装置以及数字微镜器件 (DMD)。

11. 根据权利要求 10 所述的系统, 其中所述液晶显示 (LCD) 装置包括硅基液晶 (LCOS) 装置。

用于检查物体的方法和设备

技术领域

[0001] 本申请一般而言涉及检查物体,更具体地涉及利用光测量系统来检查物体的方法和设备。

背景技术

[0002] 有时对物体进行检查例如以确定整个物体或其部分的大小和 / 或形状,和 / 或检测物体中的缺陷。例如,对诸如涡轮或压缩机叶片之类的一些燃气涡轮发动机部件进行检查,以检测可能由振动应力、机械应力和 / 或热应力引起的对发动机诱发的疲劳裂纹。此外,举例来说,检查一些燃气涡轮发动机叶片的形变,例如平台取向、轮廓横截面、沿层叠 (stacking) 轴的弯曲和扭曲、厚度、和 / 或在给定截面上的弦长。随着时间的流逝,继续操作带有一个或多个缺陷的物体会降低物体的性能和 / 或导致物体故障,例如因为裂纹在物体上扩散。因此,尽可能早地检测出物体的缺陷可以便于提高物体的性能和 / 或减少物体故障。

[0003] 为了便于检查物体,至少一些物体是用光测量系统进行检查的,该系统将结构光图案投射到物体表面上。光测量系统对从物体表面反射的结构光图案进行成像,然后分析反射的光图案的形变来计算物体的表面特征。更具体地,在操作期间,待检查的物体通常被连接到测试夹具上,并被定位在该光测量系统的附近。然后激活一个光源,以使所发射的光照亮待检查的物体。然而,生成的物体的图像可能包括由发射的光的多次反射所引起的噪声。这样的噪声会导致降低的图像质量和差的测量结果,从而可能导致错误地解释物体的表面特征。例如,物体的棱柱面反射的光会引起多次反射。此外,例如,在由光源照射的物体和测试夹具的部分之间的内反射可能引起多次反射。例如,如果测试夹具具有在物体上投射反射的形状或涂层 (finish),和 / 或如果物体具有一个反射测试夹具的图像的相对类似镜面的涂层,就可能引起多次反射。

[0004] 一些光测量系统使用一对交叉的偏振滤光器来减少、消除和 / 或识别由多次反射引起的噪声。然而,交叉的偏振滤光器会需要获得物体的多幅图像来减少或消除多次反射,因为减少或消除这种反射会需要不同取向的滤光器。此外,分析物体的斜度、纹理、材料和 / 或其他特征也会需要多幅图像,因为分析不同角度的反射会需要不同取向的滤光器。

发明内容

[0005] 一方面,提供一种利用结构光测量系统来检查物体的方法,该系统包括光源和成像传感器。所述方法包括:从光源发射光;在不同的偏振角处使从光源发射的多个不同波长中的每个波长的光偏振;将从光源发射的光投射到物体的表面上;利用成像传感器接收从物体表面反射的光;以及通过在光从物体被反射后分析所述多个不同波长中每个的偏振角的变化来分析由成像传感器所接收的光以便于检查物体的至少一部分。

[0006] 另一方面,提供一种利用结构光测量系统来检查物体的方法,该系统包括光源和成像传感器。所述方法包括:从光源发射光;在第一偏振角处使由所述光源发射的第一波

长的光偏振；在从第一偏振角旋转得到的第二偏振角处使由所述光源发射的第二波长的光偏振，其中第一和第二波长不同；将从光源发射的光投射到物体的表面上；利用成像传感器接收从物体表面反射的光；产生从物体反射并由成像传感器接收的光的图像；以及在光从物体被反射后，利用该图像分析第一和第二偏振角中至少一个的变化。

[0007] 另一方面，一种用来检查物体的结构光测量系统包括：结构光源，其被配置成将结构光投射到所述物体的表面上；第一偏振滤光器，其被配置成在第一偏振角处使由所述结构光源发射的第一波长的结构光偏振；第二偏振滤光器，其被配置成在与第一偏振角不同的第二偏振角处使由所述结构光源发射的第二波长的结构光偏振，其中第一和第二波长不同；以及成像传感器，其被配置成接收从物体表面反射的结构光，并在接收该结构光后分析所述第一偏振角和所述第二偏振角的变化。

附图说明

[0008] 图 1 是结构光测量系统的典型实施例的框图。

[0009] 图 2 是被检查物体的侧截面图，其说明单次和多次反射的光路。

[0010] 图 3 是图 1 中所示的结构光测量系统的可替换实施例的框图。

[0011] 图 4 是说明利用图 1 或图 3 中所示的结构光测量系统来检查物体的典型方法的流程图。

具体实施方式

[0012] 图 1 是结构光测量系统 10 的典型实施例的框图，该系统用来测量物体 12 的多个表面特征。例如，系统 10 可以用来检查和确定物体 12 的表面，其中这些表面可以包括在与表示物体 12 的模型相比时诸如倾斜、弯曲、扭曲和 / 或翘曲之类的特征。

[0013] 在该典型实施例中，物体 12 是转子叶片，例如但不限于压缩机，或者是用于涡轮发动机的或涡轮叶片。因此，在该典型实施例中，物体 12 包括从平台 16 向外延伸的翼面 14。虽然下面的描述针对检查燃气涡轮发动机的叶片，但是本领域的技术人员将会理解，检查系统 10 可用于改善任何物体的结构光成像。

[0014] 系统 10 还包括结构光源 22，例如但不限于白光灯、发光二极管 (LED)、激光器、液晶显示 (LCD) 装置、硅基液晶 (LCOS) 装置、和 / 或数字微镜器件 (DMD) 装置。系统 10 还包括一个或多个接收从物体 12 反射的结构光的成像传感器 24。在该典型实施例中，成像传感器 24 是接收从物体 12 反射的结构光并利用该结构光形成图像的照相机，尽管可以使用其他成像传感器 24。一个或多个计算机 26 处理从传感器 24 接收的图像，以及监视器 28 可用于向操作者显示信息。计算机 26 被编程以执行在此所述的功能，并且如在此所使用，术语“计算机”并不仅限于在本领域中被称作计算机的集成电路，而是广义地指计算机、处理器、微控制器、微计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路、以及其它可编程电路，并且在本文中这些术语可互换使用。

[0015] 图 2 是物体 12 的侧截面图。在操作过程中，待检查的物体，例如物体 12，被连接到测试夹具（未示出），并且被定位在系统 10 附近。在一些实施例中，物体 12 相对于光源 22（在图 1 中示出）以 α 的取向角进行定向，该取向角使得能够向成像传感器 24（在图 1 中示出）提供一个视图，以使由光源 22 和成像传感器 24 限定的平面 β 将物体 12 的一个

或多个棱柱特征基本上二等分。例如,在该典型实施例中,翼面 14 和平台 16 各自定义了物体 12 的一个棱柱特征。

[0016] 然后激活光源 22,从而使得发射的光照亮物体 12。成像传感器 24 获得投射到物体 12 上的所述发射光的图案的图像。然而,生成的物体 12 的图像可能包含由所述发射光的多次反射而引起的噪声。这种噪声会导致降低的图像质量和差的测量结果,从而可能导致错误地解释物体 12 的表面特征。例如,物体 12 的棱柱面(例如翼面 14 和平台 16 的相交面)反射的光会引起多次反射,如图 2 所示。直接反射的光路有时被称为单次反射,在图 2 中表示为 SB,以及多次反射在图 2 中表示为 MB。另外,例如,在由光源 22 所照亮的物体 12 和测试夹具的部分之间的内反射可能引起多次反射 MB。例如,如果测试夹具具有将反射投射到物体 12 上的形状或涂层,和/或物体 12 具有一个反射测试夹具的图像的相对类似镜面的涂层,就可能产生多次反射 MB。

[0017] 为了识别物体的特征和/或多次反射 MB,系统 20 包括两个或更多个偏振滤光器 30,用来在不同的偏振角处使从光源 22 发射的不同波长或颜色的光偏振。更具体地,每个偏振滤光器 30 在与其他波长不同的偏振角处使从光源 22 发射的特定波长的光偏振。当偏振光从物体 12 上反射出来时,每个波长的偏振角都发生变化。然后每个波长的偏振角所发生的变化就可以被分析,以确定多次反射 MB 和/或物体 12 的特征,例如但不限于表面纹理、表面取向、和/或用于制造物体 12 的材料。例如,在一些实施例中,对在不同波长的偏振角之间定义的一个比率的变化进行分析,以确定多次反射 MB 和/或物体 12 的特征。因为投射到物体 12 上的不同波长的光在不同的角度被偏振,所以多个偏振状态可以仅用从物体 12 反射并由成像传感器 24 接收的光的单幅图像来进行分析。因此,多次反射 MB 和/或物体 12 的特征可以仅用由成像传感器 24 接收的光的单幅图像来确定,而不是使用不同偏振照明获得的多幅图像。

[0018] 偏振滤光器 30 可以被配置成使由光源 22 发射的任何波长的光在任何偏振角处偏振。在一些实施例中,如图 1 所示,偏振滤光器 30 被至少部分地定位在光源 22 和物体 12 之间,以用于在由光源 22 发射的光从物体 12 反射之前使其偏振。虽然图 1 中示出了两个偏振滤光器 30,但是系统 10 可以包括任何数目的偏振滤光器 30,用来在不同的偏振角处使任何数目的不同波长的光偏振。在一些实施例中,合适的滤色器(图 1 中未示出),例如但不限于分色镜,可以被至少部分地定位在光源 22 和偏振滤光器 30 之间,用来分离两个或更多个波长的光以使其偏振。另外地或可替换地,合适的滤色器(图 1 中未示出),例如但不限于分色镜,可以被至少部分地定位在物体 12 和成像传感器 24 之间,用来分离两个或更多个波长的光以由成像传感器 24 接收。

[0019] 图 3 是结构光测量系统 10 的另一典型实施例的框图,其中光源 22 包括偏振滤光器 30。虽然图 3 中示出了三个偏振滤光器 30,但是光源 22 可以包括任何数目的偏振滤光器 30,用来在不同的偏振角处使任何数目的不同波长的光偏振。在该典型实施例中,光源 22 包括两个滤色器 32,例如但不限于分色镜。虽然示出了两个滤色器 32,但是光源 22 可以包括任何数目的滤色器 32。在操作期间,滤色器 32 将由光源 22 所产生的光分离成三个不同的波长,这些光然后在三个不同的偏振角处被偏振,进行重新组合,并由光源 22 发射以被投射到物体 12 上。当然,光源 22、偏振滤光器 30、任何滤色器(例如滤色器 32)、成像传感器 24 和/或系统 10 的其他部件的其它构造和/或配置可以在不脱离系统 10 的范围的

情况下被使用,而不管是否在此进行了描述和 / 或说明。

[0020] 图 4 是说明利用结构光测量系统 10(在图 1 和 3 中示出)来检查物体 12(在图 1 一 3 中示出)的方法 34 的典型实施例的流程图。方法 34 包括:从光源 22 发射 36 光,并在不同的偏振角处使从光源 22 发射的多个不同波长中的每个波长的光偏振 38。例如,在一些实施例中,由光源 22 发射的第一波长的光在第一偏振角处进行偏振 38,以及由光源 22 发射的不同的第二波长的光在从第一偏振角旋转得到的第二偏振角处进行偏振。从光源 22 发射的偏振光被投射 40 到物体 12 的表面上。成像传感器 24 接收 42 从物体 12 反射的光,并使用成像传感器 24 和 / 或计算机 26 从其中产生 44 图像。然后分析 46 该图像以识别 48 多次反射 MB 和 / 或物体 12 的特征,例如但不限于表面纹理、表面取向、以及用于制造物体 12 的材料。

[0021] 例如,来自单次反射 SB 光、多次反射 MB 光或其他变化的反射,利用常规的图像处理技术,例如但不限于椭圆分析,从图像中容易地进行识别并且有选择地进行提取。在一些实施例中,举例来说,分析在从物体 12 反射后的多个不同波长中的每个的偏振角的变化,以从图像中识别和 / 或有选择地提取多次反射。另外,例如在一些实施例中,对在至少两个不同波长的偏振角之间定义的一个比率的变化进行分析,以从图像中识别和 / 或有选择地提取多次反射。

[0022] 此外,例如,物体 12 的特征,例如但不限于表面纹理、表面取向、以及用于制造物体 12 的材料,利用常规的图像处理技术,例如但不限于椭圆分析,可以从由物体反射的光产生的图像中容易地识别。在一些实施例中,举例来说,分析在从物体 12 反射后的多个不同波长的每个的偏振角的变化以识别物体 12 的特征。此外,例如,在一些实施例中,对在至少两个不同波长的偏振角之间定义的一个比率的变化进行分析以识别物体 12 的特征。

[0023] 由物体 12 反射的光所产生的图像可以进行分析 46,以对物体 12 的一部分进行分割 50,例如基于表面纹理、表面取向、以及用于制造物体的该部分的材料中的至少一个。例如,在图像中已知包含错误或不相关信息的特定区域可以被数字地遮蔽或被阻止进一步处理。类似地,利用已知的信息,被测量的物体 12 的图像可以与存储的参考图像进行相关或配准,从而便于识别出在物体 12 与物体 12 的理想模型或表示之间的差异。

[0024] 上述的结构光测量系统 10 可以便于更快且更高效地检查物体 12。更具体地说,通过在不同偏振角处使投射到物体 12 上的不同波长的光偏振,可以仅用物体 12 的单幅图像分析多个偏振状态。因此,可以用从物体 12 上反射的光的单幅图像来确定多次反射 MB 和 / 或物体 12 的特征,而不是使用不同偏振光照明获得的多幅图像。另外,结构光测量系统 10 可以便于识别、减少和 / 或消除图像噪声,例如但不限于多次反射 MB,同时确定物体 12 的特征。在此描述和 / 或说明的方法和系统的技术效果包括使用从物体 12 反射的光的单幅图像来确定多次反射 MB 和 / 或物体 12 的特征。

[0025] 虽然这里描述和 / 或说明的系统和方法是相对于燃气涡轮发动机部件进行描述和 / 或说明的,更具体地说是用于燃气涡轮发动机的发动机叶片,但是这里描述和 / 或说明的系统和方法的实施不限于燃气涡轮发动机叶片,通常也不限于燃气涡轮发动机部件。更确切地说,这里描述和 / 或说明的系统和方法适用于任何物体。

[0026] 在此对系统和方法的典型实施例进行了详细的描述和 / 或说明。所述系统和方法不限于这里描述的特定实施例,而是,每种系统的部件以及每种方法的步骤都可以与在此

所述的其它部件和步骤独立地和分别地进行使用。每个部件和每个方法步骤也可以与其他部件和 / 或方法步骤结合使用。

[0027] 当介绍这里描述和 / 或说明的组件和方法的元件 / 部件 / 等时,冠词“一”、“一个”、“该”以及“所述”打算指存在一个或多个元件 / 部件 / 等。术语“包括”、“包含”以及“具有”打算指包括在内的,并且指除了所列举的元件 / 部件 / 等之外,还可能有附加的元件 / 部件 / 等。

[0028] 虽然根据各种特定实施例对本发明进行了描述,但是本领域技术人员将认识到,可以在权利要求书的精神和范围内进行修改来实施本发明。

[0029] 附图标记列表

[0030]

10	结构光测量系统
12	物体
14	翼面
16	平台
20	系统
22	光源
24	成像传感器
26	计算机
28	监视器
30	偏振滤光器
32	滤色器
34	方法
36	发射
38	偏振
40	投射
42	接收
44	产生
46	分析

48	识别
50	分割

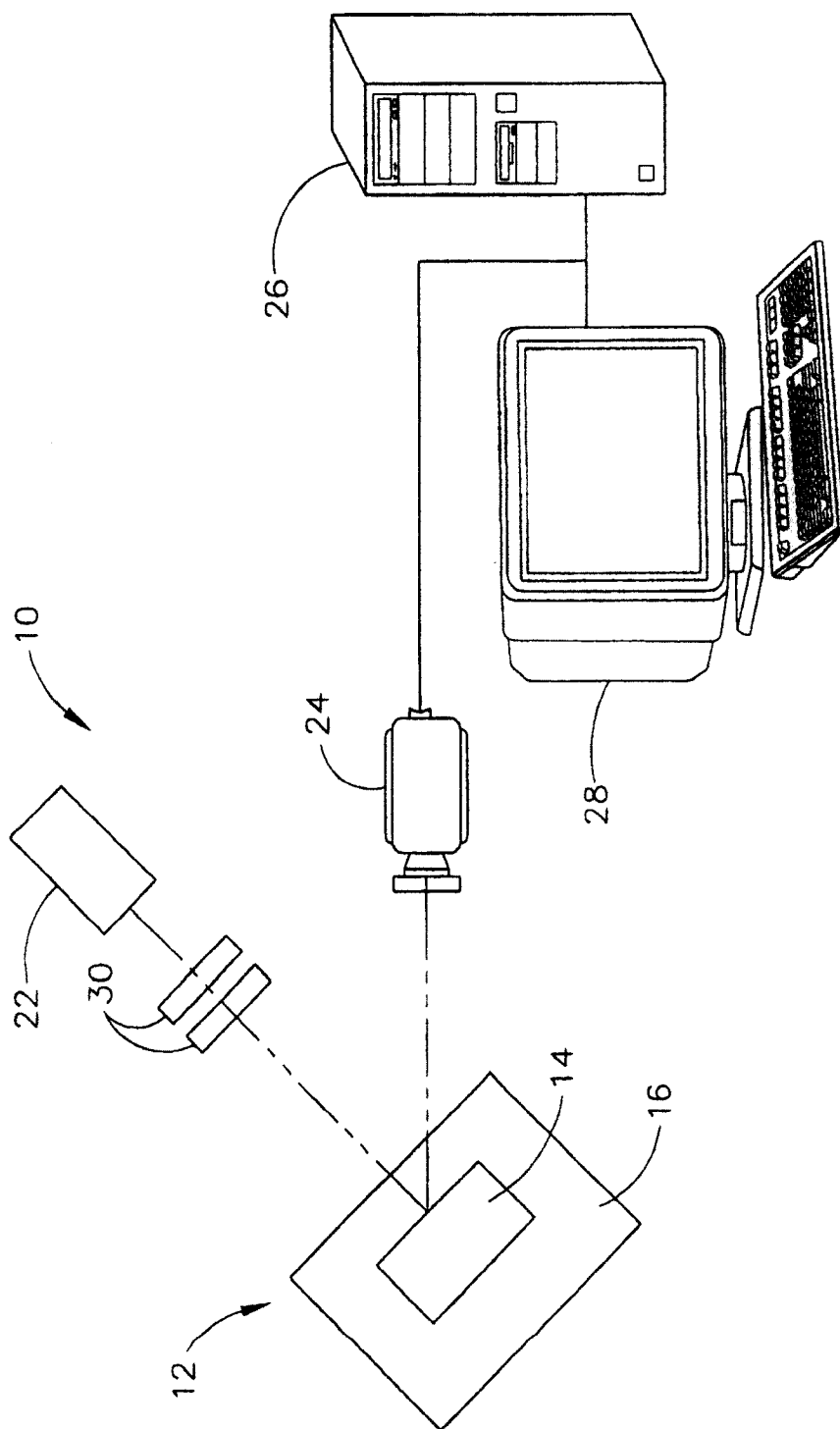


图 1

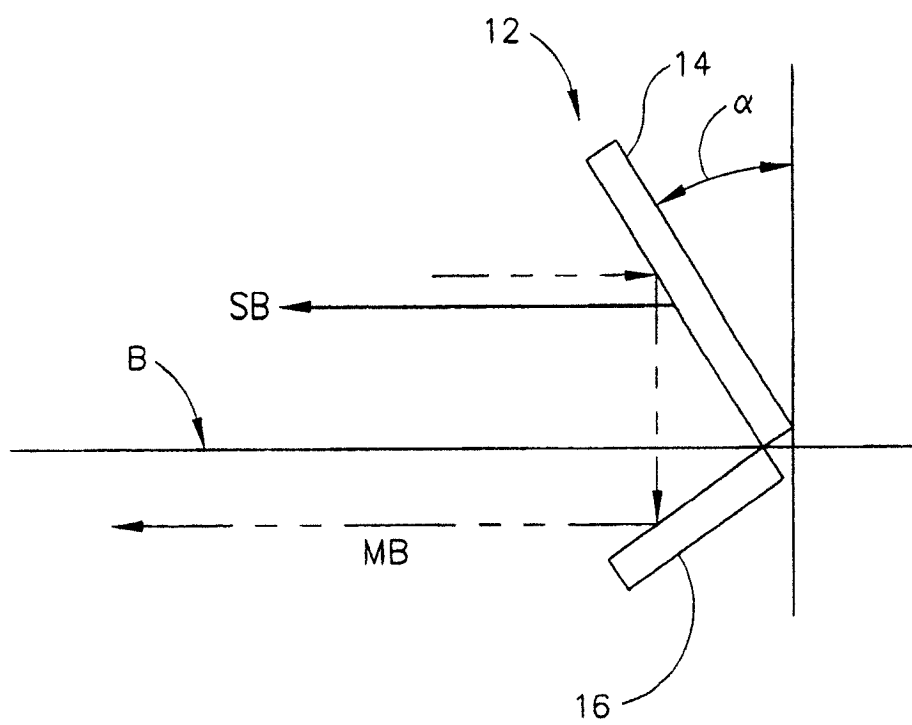


图 2

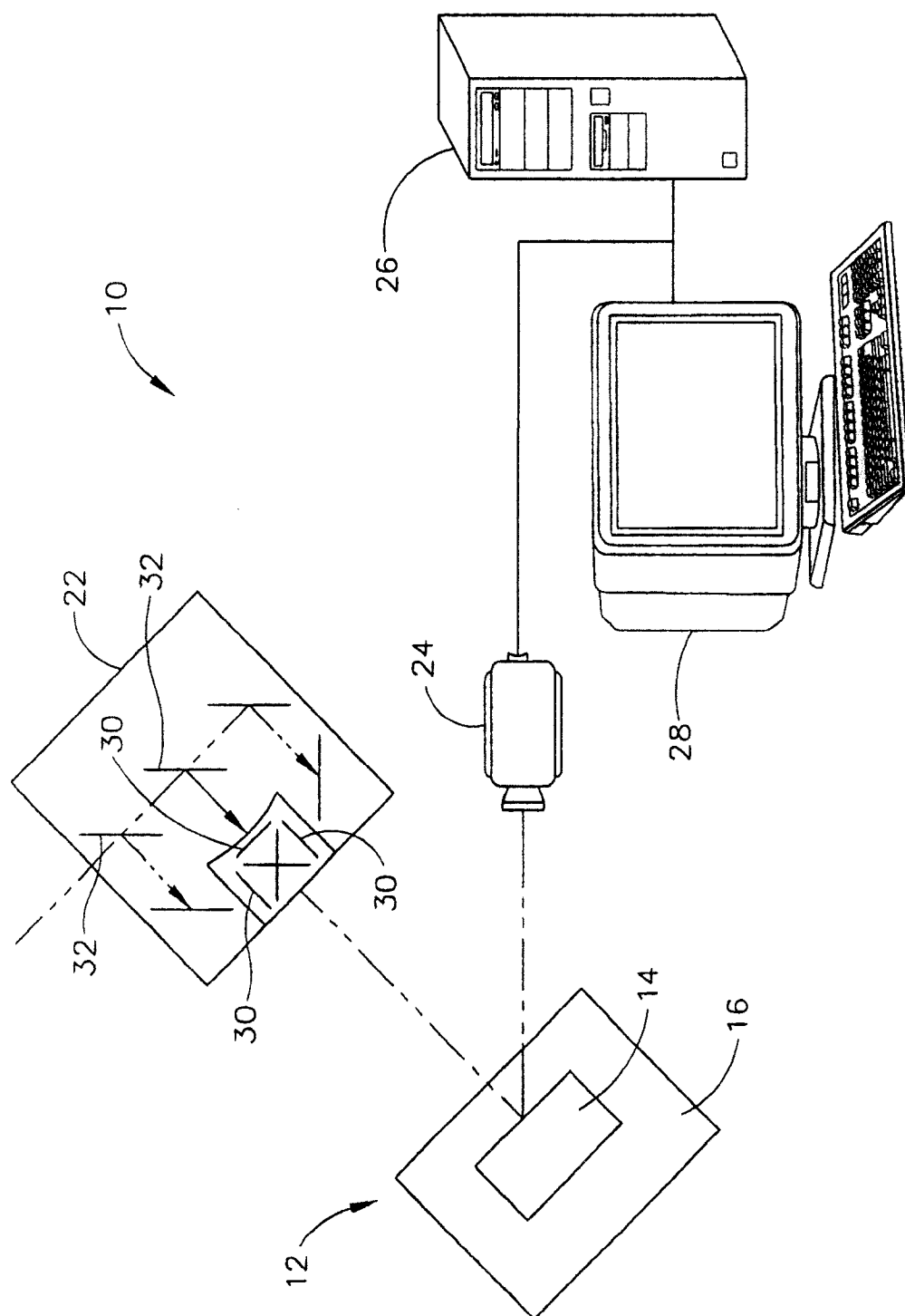


图 3

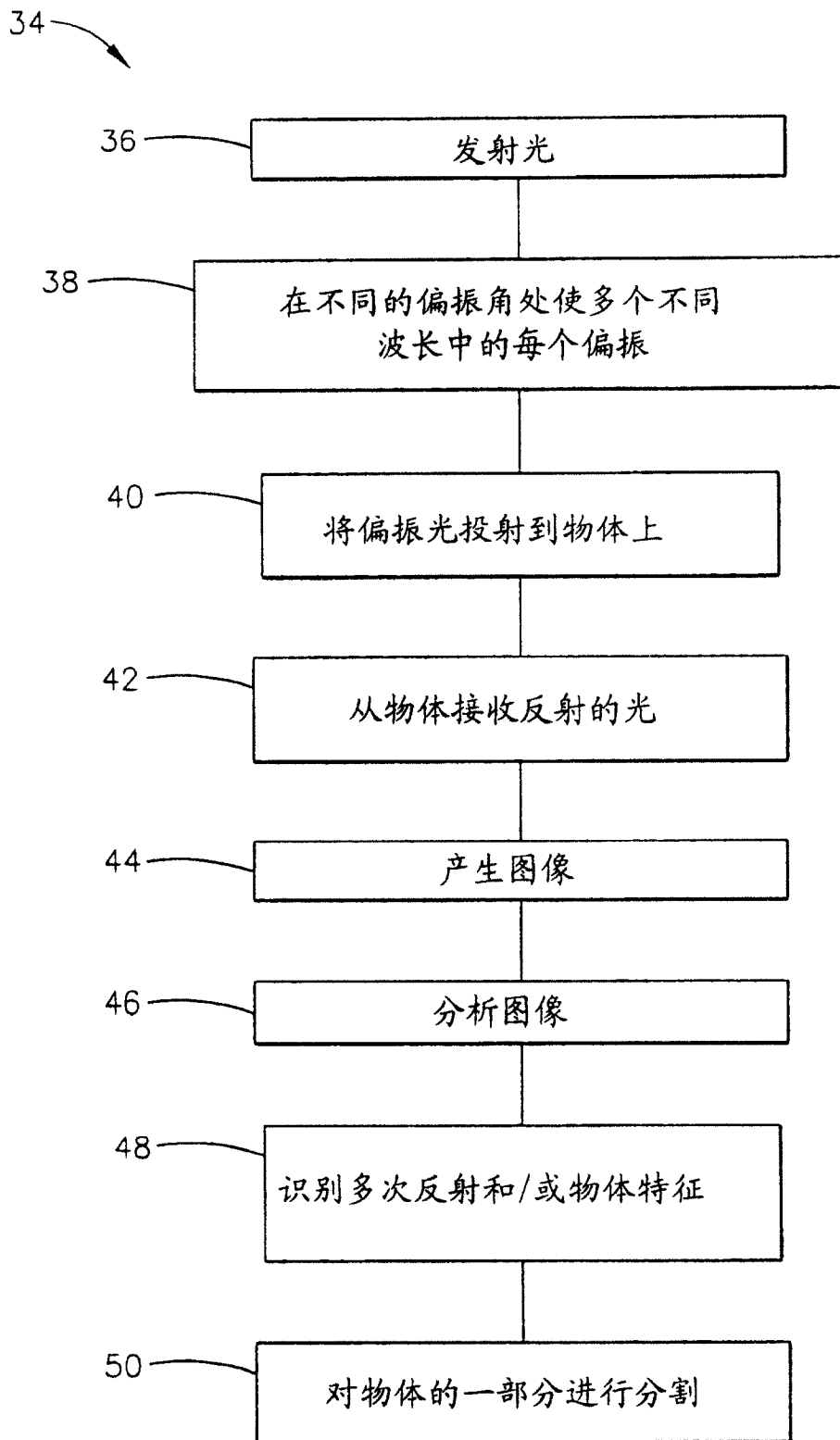


图 4