



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101957496 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 200910166922. 9

US 5434669 A, 1995. 07. 18, 全文.

(22) 申请日 2009. 07. 17

US 5847832 A, 1998. 12. 08, 全文.

(73) 专利权人 通用电气检查技术有限合伙人公司

US 2006/0282009 A1, 2006. 12. 14, 全文.

司

审查员 杨盈家

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 C·A·本达尔 G·宋 L·陶

K·G·哈丁 T·卡彭

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 张雪梅 蒋骏

(51) Int. Cl.

G02B 23/24(2006. 01)

G01B 11/25(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101726263 A, 2010. 06. 09, 说明书第 15-18、22-26、30-31、37-40、67-71 段及附图 1.

US 5135308 A, 1992. 08. 04, 全文.

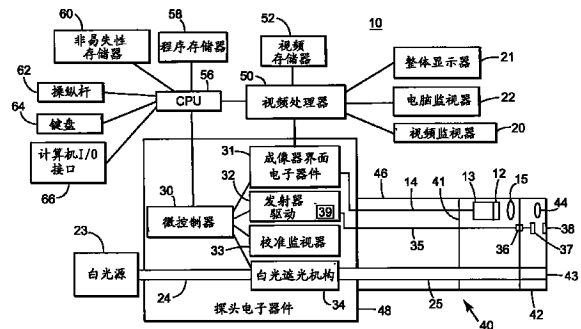
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

适于相移分析的探头的条纹投射系统和方法

(57) 摘要

适于相移分析的探头的条纹投射系统和方法。一种包括插入导管和安装在所述插入导管远端的多个光发射器的探头。探头还包括至少一个强度调节元件,从多个光发射器发出的光通过该元件以在一表面上投射多个条纹集。当多个光发射器中至少一个的一个发射器组发射光时,多个条纹集保留区的每个构成被投射的结构光图案。探头还包括用于获得表面的至少一幅图像的成像器和设置成对该至少一幅图像执行相移分析的处理单元。还提出一种使用探头在一表面上投射适于进行相移分析的多个条纹集的方法。



1. 一种探头,包括:

插入导管;

设置在插入导管远端的多个光发射器;

至少一个强度调节元件,来自多个光发射器的光通过该强度调节元件以将多个条纹集投射到表面上,当多个光发射器的至少一个的一个发射器组发射光时,多个条纹集的每一个构成被投射的结构光图案;

用于获得所述表面的至少一幅图像的成像器;

处理单元,其被配置成对所述至少一幅图像进行相移分析;

检查光传送系统,其从检查光源将光传送到所述表面;

观测光学器件,其将光从所述表面引导并聚焦到所述成像器上;

其中所述检查光传送系统在检查模式期间从所述插入导管的远端输出光;

其中从所述检查光传送系统输出的光的强度在测量模式期间被自动减少;以及

其中当所述多个条纹集中的至少一个被投射到所述表面上时,所述探头在测量模式下操作;

其中所述多个光发射器被安置在观测光学器件的每一侧上,位于观测光学器件一侧上的多个光发射器组成第一发射器模块,而位于观测光学器件另一侧上的多个光发射器组成第二发射器模块;以及

该至少一个强度调节元件包括两个强度调节区域,第一强度调节区域位于观测光学器件的一侧上而第二强度调节区域位于观测光学器件的另一侧上,从而使得:

来自第一发射器模块的光穿过第一强度调节区域形成第一投射集合而来自第二发射器模块的光穿过第二强度调节区域形成第二投射集合,所述第一投射集合包括多个条纹集并且所述第二投射集合包括多个条纹集。

2. 权利要求 1 所述探头,其中结构光图案包含平行的亮和暗线并且其中所述平行的亮和暗线包含正弦强度轮廓。

3. 权利要求 1 所述探头,还包括:

将光从所述表面引导和聚焦到成像器上的观测光学器件。

4. 权利要求 1 所述探头,其中当所述多个条纹集中的至少一个被投射到所述表面上时,所述探头在测量模式下操作。

5. 权利要求 1 所述探头,进一步包括:

遮光机构,其在检查模式期间允许光从所述检查光传送系统输出,并且在测量模式期间禁止光从所述检查光传送系统输出。

6. 权利要求 1 所述探头,进一步包括:

侧视棱镜,从表面反射的多个条纹集通过其到达成像器;

其中安置所述多个光发射器以在基本垂直于探头轴的方向上发射光。

7. 权利要求 1 所述探头,其中安置所述多个光发射器以使得一个条纹集的结构光图案相对于其他条纹集的结构光图案表现出相移。

8. 权利要求 1 所述探头,进一步包括:

亮度确定功能,用于确定是否应该为每个条纹集启动每个发射器组中的一个光发射器或者多个光发射器。

9. 权利要求 1 所述探头,其中所述强度调节元件包括具有光栅周期的线光栅,并且其中所述多个光发射器被沿着垂直于所述线光栅上的线的轴间隔开。

10. 权利要求 1 所述探头,其中所述多个光发射器中的每个括至少两个发光二极管的串联。

11. 权利要求 1 所述探头,进一步包括:

包括至少一个强度调节元件的可拆卸远端,其中所述多个光发射器固定附着在插入导管上。

12. 权利要求 1 所述探头,进一步包括:

可拆卸远端包括所述多个光发射器、所述至少一个强度调节元件、以及触头,所述触头将所述插入导管的延长部电耦合到所述可拆卸远端。

13. 权利要求 12 所述探头,其中所述触头是弹簧负载的。

14. 一种探头,包括:

插入导管;

设置在插入导管远端的多个光发射器;

至少一个强度调节元件,来自多个光发射器的光通过该强度调节元件以将多个条纹集投射到表面上,当多个光发射器的至少一个的一个发射器组发射光时,多个条纹集的每一个构成被投射的结构光图案;

用于获得表面的至少一幅图像的成像器;

处理单元,其被配置成对至少一幅图像进行相移分析;

观测光学器件,其将光从所述表面引导并聚焦到所述成像器上;

其中所述多个光发射器被安置在观测光学器件的每一侧上,位于观测光学器件一侧上的多个光发射器组成第一发射器模块,而位于观测光学器件另一侧上的多个光发射器组成第二发射器模块;以及

该至少一个强度调节元件包括两个强度调节区域,第一强度调节区域位于观测光学器件的一侧上而第二强度调节区域位于观测光学器件的另一侧上,从而使得:

来自第一发射器模块的光穿过第一强度调节区域形成第一投射集合而来自第二发射器模块的光穿过第二强度调节区域形成第二投射集合,所述第一投射集合包括多个条纹集并且所述第二投射集合包括多个条纹集。

15. 权利要求 14 所述探头,其中:

所述多个光发射器被安置以使得:

第一投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于第一投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相移;并且

第二投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于第二投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相移;

其中至少一幅图像包括第一图像集合和第二图像集合,所述第一图像集合包括投射到第一投射集合的多个条纹集的至少一个的表面上的至少一幅图像,且所述第二图像集合包括投射到第二投射集合的多个条纹集的至少一个的表面上的至少一幅图像。

16. 权利要求 14 所述探头,其中所述第一发射器模块包括三个发射器组,而所述第二发射器模块包括三个发射器组。

17. 权利要求 14 所述探头,其中所述多个光发射器包括发光二极管。

18. 一种用于使用探头在表面上投射适于相移分析的多个条纹集的方法,包括:

在插入导管远端上设置观测光学器件;

在观测光学器件的每一侧上设置多个光发射器,位于观测光学器件的一侧上的多个光发射器组成第一发射器模块,而位于观测光学器件的另一侧上的多个光发射器组成第二发射器模块,第一发射器模块包括多个发射器组,所述发射器组包括第一发射器模块的多个光发射器的至少一个,并且第二发射器模块包括多个发射器组,所述发射器组包括第二发射器模块的多个光发射器的至少一个;

在观测光学器件的每一侧上设置强度调节区域,第一强度调节区域位于观测光学器件的一侧上而第二强度调节区域位于观测光学器件的另一侧上;

使来自第一发射器模块的光通过第一强度调节区域以形成第一投射集合且使来自第二发射器模块的光通过第二强度调节区域以形成第二投射集合,所述第一投射集合包括多个条纹集且所述第二投射集合包括多个条纹集,当多个光发射器的至少一个的一个发射器组发射光时,多个条纹集的每一个构成被投射到表面上的结构光图案;

其中安置多个光发射器以使得:

从第一发射器模块的一个发射器组投射的第一投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于从第一发射器模块的其他发射器组投射的第一投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相移;和

从第二发射器模块的一个发射器组投射的第二投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于从第二发射器模块的其他发射器组投射的第二投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相移。

19. 权利要求 18 所述的方法,进一步包括:

获得第一图像集合和第二图像集合,第一图像集合包括投射到第一投射集合的多个条纹集的至少一个的表面上的至少一幅图像,并且第二图像集合包括投射到第二投射集合的多个条纹集中至少一个的表面上的至少一幅图像。

适于相移分析的探头的条纹投射系统和方法

发明背景

技术领域

[0001] 本文描述的主题主要涉及管道镜和内窥镜,尤其是涉及一种提供 3D 表面绘图和尺寸测量的管道镜 / 内窥镜。

背景技术

[0002] 管道镜和内窥镜通常用于检查远端腔体的内部。本文中被称作探头的大多数的管道镜 / 内窥镜使用耦合到探头中的光导纤维束的外部光源以提供对远端处的远程目标或表面的照明。当目标被照亮时,通过透镜系统在图像传感器上形成内部图像,并且图像被转发至相连的显示器,例如电视屏幕。图像传感器可以位于探头的近端,像光学刚性管道镜或者纤维镜一样,或者像视频管道镜或者内窥镜一样位于远端。上述系统通常用来在难以到达的位置检查损伤或磨损或者用于核实该部分已经制造或装配好。此外,期望获得尺寸测量以核实损伤或磨损不超出操作限制或者制造的部分或组件满足其规格。还期望产生一种 3D 模型或者表面图以使用于和参考的 3D 视图、反向工程或者详细表面分析作比较。

[0003] 显示于相连的显示器上的图像基于目标和探头远端之间的距离而在放大倍数以及外观尺寸上发生改变。这将导致难以直接进行尺寸测量的测定,尤其是在三空间维度内。

[0004] 现在有很多已知的通过探头提供 3D 数据的方法,包括分割视图获得立体图像(立体观测),投射点的粗放图案到远程目标上,或者使用单线(single line)获得单一图像轮廓。立体方法能够用于创建 3D 视图,但是只能提供图像上两点能够发生关联处的信息。当存在微小表面细节时这就会产生问题。关联过程也需要大量的处理,所以产生一个完整的 3D 表面图耗时良久。更典型的是仅仅关联基本测量所需的很少的点。投射点的粗放图案可以得到该点处(at the points of the dots)的测量。但是,该点之间的区域留下来被内插,如此在它们之间的表面变化消失。最后,单线轮廓提供沿该单一轮廓的有用信息,但是难以正确定位关注目标上的单线,并且当表面不平或者视图不垂直于表面时需要非共线点的测量(诸如点对线或点对面的测量)易于产生错误。由于尺寸限制,这种通常使用在商业系统中以构建 3D 表面图的单一轮廓线扫描,在小探头中一般是不实用的。

[0005] 关于上述讨论过的方法还存在其他局限性。例如,为了实施该方案通常需要大的计算能力,并且需要高技能的技师来操作该设备。另外,当需要密集 3D 全表面图或者全视场目标测量时上述方法就不适用了。没有全视场数据,表面或者目标上的缺陷会被全部忽略。所以,期望提供一种能提供全视场表面绘图的探头。

[0006] 通过相移可以得到全视场目标数据。相移是一种用于非接触光学测量应用的分析技术。相移典型地包括投射一组或多组贯穿(cross)照相机视场(FOV)的平行线。当目标距离改变时,平行线或者条纹集移动越过 FOV。哪行是哪个或者绝对相位必须被检查确定以进行准确测量并获得准确的表面图(Which line is which, or absolute phase, must be determined in order to make accurate measurements and obtain an accurate surface

map)。在图像中给定点处的绝对相位被定义为给定点与投射线图案中参考点之间的总相差(线周期数的 2π 倍)。参考点可以任意定义。

[0007] 已知有很多方法去译解哪行是哪个和检查确定绝对相位。一些方法包括使用具有产生根据距离而相对改变的相位的物理水平偏移的多个条纹集或者使用具有根据距离改变周期的物理轴向偏移的多个条纹集。大部分技术使用附加投射。例如,为了协助检查确定绝对相位,额外的线(line)被投射以提供一开始参考点。通常使用与FOV中条纹集位置相结合的检查确定的绝对相位来检查确定绝对目标距离。

[0008] 相移方法在例如管道镜和内窥镜这样的装置中还是不实用的。为相移方法投射合适线图案(line pattern)所需的设备通常包括投射器、扫描器、压电镜或者类似项。此外,探头的尺寸限制使得典型设备的使用面临机械上的挑战性。

[0009] 所以,期望提供一种实用的探头机械结构,其能够基于相移分析进行测量和3D表面绘图。

发明内容

[0010] 根据本发明的实施例,一种探头包括插入导管和设置在插入导管远端的多个光发射器。该探头还包括至少一个强度调节元件,多个光发射器发出的光通过该强度调节元件以投射多个条纹集到表面上。当多个光发射器的至少一个的一个发射器组发射光时(when one emitter group of at least one of the plurality of light emitters is emitting),多个条纹集保留区(intern)的每一个构成被投射的结构光图案(each of the plurality of fringe sets comprise a structured-light pattern)。该探头还包括获得表面的至少一幅图像的成像器以及被配置成对至少一幅图像进行相移分析的处理单元。

[0011] 本发明的另一个实施例中,提供了一种通过使用探头在表面上投射适于进行相移分析的多个条纹集的方法。探头包含在插入导管远端的观测光学器件(viewing optics)和位于观测光学器件每一侧的光发射器。位于观测光学器件一侧的多个光发射器组成第一发射器模块并且位于观测光学器件另一侧的多个光发射器组成第二发射器模块。第一发射器模块保留区包括多个发射器组,发射器组包含第一发射器模块的多个光发射器的至少一个。类似地,第二发射器模块保留区包括多个发射器组,发射器组包含第二发射器模块的多个光发射器的至少一个。探头还包括位于观测光学器件每一侧的强度调节区域。第一强度调节区域位于观测光学器件的一侧而第二强度调节区域位于观测光学器件的另一侧。该方法包括使第一发射器模块发出的光通过第一强度调节区域以形成第一投射集合(projection set)而使第二发射器模块发出的光通过第二强度调节区域形成第二投射集合。第一投射集合和第二投射集合每个均包括多个条纹集(fringe sets)。当多个光发射器中至少一个的一个发射器组发射光时,多个条纹集中的每一个构成被投射到表面上的结构光图案。安置多个光发射器使得从第一发射器模块的一个发射器组投射的第一投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于从第一发射器模块的其他发射器组投射的第一投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相移。同样地,从第二发射器模块的一个发射器组投射的第二投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于从第二发射器模块的其他发射器组投射的第二投射集合的其他条纹集的结构光图案表现出相对相移。

附图说明

- [0012] 下面的详细说明是参照相应附图作出,其中:
- [0013] 图 1 是根据本发明一实施例的探头(管道镜/内窥镜)系统的示意图。
- [0014] 图 2 是使用延长模制成的在发射器模块上的发光二极管(LED)阵列的顶视图。
- [0015] 图 3 是包括周期为 p 的线光栅的强度调节元件的顶视图。
- [0016] 图 4 是发射器模块上 LED 阵列的顶视图,其中每一发射器包括串联的 4 个 LED。
- [0017] 图 5 是说明串联连接的图 4 中的 LED 阵列的顶视图。
- [0018] 图 6 是根据本发明另一实施例的探头系统的一般示意图。
- [0019] 图 7 是如图 6 所示的可拆卸端示范性实例的透视图。
- [0020] 图 8A 是一可拆卸侧视端的示范性实例的透视图。
- [0021] 图 8B 是图 8A 中可拆卸侧视端的侧视图。
- [0022] 图 9A 是可拆卸侧视端的另一示范性实例的透视图。
- [0023] 图 9B 是图 9A 中可拆卸侧视端的侧视图。

具体实施方式

[0024] 如图 1 所示,是依据本发明一实施例的管道镜/内窥镜系统或者探头 10。插入导管 40 包括延长部 46 和可拆卸远端 42。延长部 46 包括弹性、长主干部分,弯曲颈以及照相头。轮廓标线 41 显示了照相头在延长部 46 上始于哪。延长部 46 的照相头典型地包括至少一个成像器 12、电子器件 13 和探头光学器件 15。如上所述,可拆卸远端 42 典型地附着到延长部 46 的照相头。可拆卸远端 42 包含与探头光学器件 15 结合使用以将从表面或目标(未示出)接收的光引导和聚焦到成像器 12 上的观测光学器件 44。观测光学器件 44 可选地包含例如透镜或者光纤系统的中继光学器件(relay optics)以使照相头远离该远端。

[0025] 成像器 12 可以包括,例如,可以响应于在每个像素感测的亮度级输出视频信号的光敏像素二维阵列。成像器 12 可以包括电荷耦合器件(CCD),互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器,或者其他具有类似功能的装置。视频信号被电子器件 13 缓冲并且通过信号线 14 被传送到成像器界面电子器件 31。成像器界面电子器件 31 可以包括,例如,电源、产生成像器时钟信号的定时发生器、数字化成像器视频输出信号的模拟前端以及用于将数字化后的成像器视频数据处理为对视频处理器 50 更为有用的格式的数字信号处理器。

[0025] 视频处理器 50 执行多种功能而不限于图像捕捉、图像增强、图形深度融合以及视频格式转换,并在视频存储器 52 中保存与那些功能相关的信息。视频处理器 50 可以包括现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)或者其他处理元件,并且向中央处理单元(CPU)56 提供信息和从中央处理单元(CPU)56 接收信息。所述提供和接收的信息可以是与命令、状态信息、视频、静止图像、和/或图形重叠相关的。视频处理器 50 还输出信号到不同的监视器例如电脑监视器 22、视频监视器 20 和整体显示器 21。

[0026] 当连接之后,电脑监视器 22、视频监视器 20 和/或整体显示器 21 中的每一个典型地显示依照检查、菜单、光标和测量结果的目标或者表面的图像。电脑监视器 22 典型的是外部电脑型监视器。类似地,视频监视器 20 典型的包括外部视频监视器。整体显示器 21 一体形成并内置在系统 10 中并且典型包括液晶显示器(LCD)。

[0027] CPU56 优选使用程序存储器 58 和非易失性存储器 60,其可以包括移动存储装置。

CPU56 也可以使用例如 RAM 的易失性存储器用于进行程序执行和临时存储。键盘 64 和操纵杆 62 向 CPU56 传达用户的输入例如菜单选择、光标移动、滚动调节和发音控制等功能。计算机 I/O 接口 66 向 CPU56 提供诸如 USB、火线、以太网、音频 I/O 和无线收发器的各种计算机接口。附加的用户 I/O 装置例如键盘或者鼠标可以被连接到计算机 I/O 接口 66 以提供用户控制。CPU56 产生用于显示的图形重叠数据、提供撤销功能和系统控制,被配置为执行相移分析和测量处理,并且提供图像、视频和音频存储。

[0028] 系统 10 还包括触头 36,其通过照相头将延长部 46 电耦合到可拆卸端 42。触头 36 可以是弹簧负载的并且也可以从驱动导体 35 向发射器模块 37 提供电能,所述发射器模块包括多个光发射器。驱动导体 35 从发射器驱动 32 向装设于插入导管 40 远端上的多个光发射器输送电能。驱动导体 35 包括一根或者多根线,可以与信号线 14 在共用的外护层(未示出)中合并。驱动导体 35 还可以与信号线 14 共享导体和/或利用插入导管 40 的结构以输送电流。发射器驱动 32 包括,例如,具有可变导通时间以补偿具有不同功率容量和效率的光发射器的可调电流源。发射器驱动 32 还包括亮度或条纹对比检查确定功能 39。可替代地,上面提及的视频处理器 50 可以包括条纹对比检查确定功能 39。

[0029] 在可拆卸端 42 上的至少一个发射器模块 37 包括多个光发射器和可选地包括其他电子器件,用于发射器的控制/排序、感测温度,和校准数据的存储/恢复(retrieval)。至少一个发射器模块 37 可以包括一个由例如陶瓷或者金属制成的散热器,以减少多个光发射器的升温。从装设于可拆卸端 42 上的多个光发射器发出的光通过至少一个强度调节元件 38 以改变所述光分布和投射至少一个结构光(structured-light)图案到适于相移分析的表面。当多个光发射器中至少一个的一个发射器组发射光时,条纹集构成被投射的结构光图案。从多个光发射器中发出的光通过至少一个强度调节元件 38 以将多个条纹集投射到表面。

[0030] 当多个条纹集中至少一个被投射到表面上时,所述探头工作在测量模式。在测量模式中,发射器模块 37 被启动,至少一幅包括在表面上的结构光图案的数字图像被捕捉。相移分析可以直接基于至少一幅捕捉到的数字图像进行。它也可以基于从至少一幅捕捉到的数字图像得到的数据进行。例如,从 YCrCb、RGB 或者任何其他捕捉到的图像格式得到的亮度分量能够被使用。因此,执行此处所作的基于图像的相移分析的任何涉及将包括执行针对实际参考图像或者针对任何从参考图像得到的数据所作的相移分析。

[0031] 当至少一个结构光图案不存在的时候,所述探头工作在检查模式。在检查模式中,检查光源 23 被启动,并从插入导管 40 的远端输出光。在检查模式中产生并发送光的元件统称为检查光传送系统。在一个实施例中,所述检查光传送系统包括检查光源 23、源光纤束 24,遮光(shutter)机构 34、探头光纤束 25,和光通元件 43。在其他实施例中,所述检查光传送系统可以包括非常不同的元件例如,在采用位于远端的白色 LED 时,能够被禁止或者提供可调输出电流的 LED 驱动电路,向 LED 输送电能的导线,LED 自身,和保护 LED 的保护元件。在测量模式时,从检查光传送系统输出的光亮度被自动减弱以防止减少与例如所述的至少一个结构光图案的对比度。

[0032] 检查光源 23 典型的是白光光源,但是可以包括用于探头的任何合适光源例如既可以位于近端也可以位于远端的基于 LED 的光源、水银灯或金属卤化物弧光灯、卤素灯、激光/荧光系统。当使用基于光纤的光源时,源光纤束 24 包括在系统 10 中。源光纤束 24 包括

非相干或者半相干光纤束并且传输光到遮光机构 34。遮光机构 34 在检查模式或者定期检查期间允许光从检查光传送系统输出,而在测量模式或者测量图案投射期间妨碍或阻止光从检查光传送系统中输出。遮光机构 34 包括,例如,螺线管或者马达驱动机械遮光器或者电光源停止器。遮光机构 34 的位置依据其实施而变化。当遮光机构 34 允许光通过时,探头光纤束 25 通过光通元件 43 将光发送至表面或者检查位置。探头光纤束 25 包括非相干光纤束。光通元件 43 包括玻璃棒、成型光纤、和 / 或诸如透镜或漫射器的分布控制部件。

[0033] 前面提及的成像器界面电子器件 31、发射器驱动 32 和遮光机构 34 包括在探头电子器件 48 中。探头电子器件 48 可以与主控制单元或 CPU56 物理隔离,以便对于探头相关操作提供更多的局部控制。探头电子器件 48 进一步包括校准存储器 33。校准存储器 33 存储与前述可拆卸端 42 和 / 或延长部 46 的光学系统相关的信息,例如放大数据、光学失真数据和图案投射几何数据。

[0034] 也包括在探头电子器件 48 中的微控制器 30 与成像器界面电子器件 31 通信以确定并设定增益和曝光设置,控制发射器驱动 32 电路,从校准存储器 33 中存储并读取校准数据,控制遮光机构 34,并且与 CPU56 进行通信。

[0035] 再来参看可拆卸端 42,端 42 中所示元件可选择地位于延长部 46 上。这些元件包括上面讨论的观测光学器件 44,至少一个发射器模块 37,至少一个强度调节元件 38,和光通元件 43。另外,当至少一个强度调节元件位于可拆卸端 42 上时,包括多个光发射器的至少一个光发射器模块 37 可以被固定附着到插入导管 40。在这种情况下,在可拆卸端 42 和延长部 46 之间精确且可重复的对准是需要的,但是也是有利的,因为在消除了延长部 46 与可拆卸端 42 之间的触头的需要的同时,可允许不同的视场。

[0036] 通过使光通过至少一个强度调节元件 38,在表面上形成上面提及的结构光图案,所述强度调节元件改变光分布。结构光图案优选包括平行的明和暗的包含正弦强度轮廓的线条。包括正方形、梯形、三角形或者其他轮廓的线条图案可以被投射到表面上,就像使用适当的相移分析确定图案的相位时使用的一样。所述图案还包括其他直、平行以外的线条。例如,曲线、波浪线、锯齿线,或者其他这样的图案可以使用适当的分析。

[0037] 本发明一个实施例中,至少一个强度调节元件 38 包括线光栅 90,如图 3 所示。另外,至少一个光发射器模块包括多个光发射器。特别地,至少一个光发射器模块包括 LED 或者 LED 阵列。

[0038] 当多个光发射器中至少一个的一发射器组发射光时,条纹集构成被投射的结构光图案。发射器模块 37 的多个光发射器被定位使得当至少一个光发射器的一组发光时所投射的结构光图案相对于当至少一个光发射器的其他组发光时所投射的结构光图案表现出空间或者相位移动。换言之,一个条纹集的结构光图案相对于其他条纹集的结构光图案表现出空间或者相位移动。

[0039] 附图 2 说明了当使用延长模制造 LED 阵列 80 时的示例情况。在图 2 中,线光栅 90(此处未示出,但图 3 示出)具有光栅周期 p 。每一个 LED81 的宽度小于光栅周期 p 的 $1/3$,并且每个 LED81 以 $p/3$ 的中心间隔彼此相邻排成行。以这种配置,当一个 LED81 发光时投射的线图案相对于相邻的 LED 发光时投射的线图案具有大概 $1/3$ 线周期 (line period) 或者 120° 的空间或者相位的移动。使用 8 周期 / 毫米光栅周期 p 的每一个 LED81 的示例性发射面积的大小可以是 $35 \mu\text{m} \times 500 \mu\text{m}$ 。

[0040] 可选择地,以 LED81 间隔为 $1/3$ 光栅周期以外的配置也能实现有效的 120° 相移。例如,采用 LED81 间隔 $2/3$ 光栅周期的方式,当一个 LED81 发光时投射的光图案相对于相邻 LED81 发光时投射的线图案具有 240° 的相移。以这种配置,每个 LED81 宽度均小于所述光栅周期 p 的 $2/3$,且每个 LED81 以 $2p/3$ 的中心间隔彼此相邻排成行。因为被投射的多条线每个具有 0 到 360° 相位范围,所以 240° 的相移等同于 120° 相移。总结一下,通过以大概 $p/3$ 的光栅周期的中心间隔来安置 LED81,使得当一个 LED81 发光时投射的光图案相对于相邻 LED 发光时投射的线图案具有大概 120° 的相移,其中所述 p 是 3 的倍数以外的整数。

[0041] 再次参看图 2,多个 LED 被间隔开一个光栅周期从而产生了三个独立的发射器组。仅仅为了清楚起见,包含图 2 中三个发射器组中每一个的所述 LED 使用不同的图案表示。LED 阵列 80 包括相同颜色的独立的 LED81。然而,包括一个发射器组的 LED 的颜色可以与包括其他发射器组的 LED 的颜色不同。

[0042] 包括每个发射器组的多个光发射器沿着垂直于线光栅上的线的轴以大概等于整数个线光栅周期的距离被间隔开。结果,当包含一个发射器组的多个光发射器同时发射光时,由多个发射器的每个产生的结构光图案一起总计。这样形成的线图案比单个发射器元件产生的线图案更亮。增加发射器宽度能够增加亮度,但是线光栅周期必须按比例增加从而成比例的发生对图像噪声的更高敏感度。通过使用多个所述的窄发射器,图案亮度能够在不增加线光栅周期的情况下增加。

[0043] 图 1 中的发射器驱动 32 包含亮度或者条纹对比确定功能 39,以确定应为每个发射器组启动一个发射器还是多个发射器。因为发射器发出的光没有经过校准,投射条纹集由于距线光栅的距离增加而扩展。当发射器组的多个发射器同时发光时,单独的条纹集偏移固定的距离(如附图 2、3 的示例情况中的一个光栅周期 p)而不是固定的相位,所以它们的相位在它们扩展时变得更加一致。这样随着距光栅距离的增加产生了越来越高的对比度。因此,当测量需要更大强度以达到低图像噪声的表面时,相同条纹集的多个发射器可以同时打开以在高对比度提供更强的亮度。然而,在近距离处,正弦强度不是对准的相位且条纹集对比度降低。同样,近距离时需要更小的强度;所以当观测较近表面时,打开一个发射器能获得足够的亮度和高对比度。

[0044] 依靠亮度确定功能 39 的评估,为每个条纹集启动每个发射器组中的一个发射器或者多个光发射器。本发明的一个实施例中,驱动导体 35 在每个 LED 包括一条或者更多条驱动线(未示出)。亮度确定功能 39 通过驱动导体 35 的特定驱动线选择性地传送电流以为每个条纹集点亮适当数目的 LED。

[0045] 可选择地,亮度确定功能 39 能够与发射器驱动器 32 分离并且包括,例如,模拟检查电路或者视频处理器。通过上述组件,驱动导体 35 的一根驱动线将发射器驱动 32 连接到发射器模块 37,并且一根或多根由亮度确定功能 39 控制的控制线(未示出)也和发射器模块 37 连接。响应于所述控制线上的信号一个包括于发射器模块 37 上的电路(未示出)选择性地将一个或者多个 LED 连接到驱动线。

[0046] 通过使用每个条纹集多个发射器以及亮度确定功能 39,在图像捕捉和测量期间 LED 阵列 80 提供足够的亮度 and 对比度。LED 阵列 80 还提供一致、统一的照明,没有散斑,并且在条纹集之间快速切换。快速切换使得条纹集图像可以在连续帧内被捕获,减少了在图像捕获期间发生运动的可能性。至少基于这些原因,LED 阵列如此构造是实用的。然而,任

何能够提供上述性质的光发射源都足以在探头系统 10 中使用。其他此类光源包括,但不局限于:有机 LED、等离子元件、光纤耦合激光器和激光器阵列。

[0047] 本发明的其他实施例中,LED 阵列 80 通过使用多个串联 (multiple series) LED 构成,所述 LED 包含发射器组中的一个发射器。在该配置中的发射器时还可称作串。图 4 说明了示例情况,其中每个发射器或串 83 包括串连连接的 4 个 LED。图 5 说明了串连连接。每个发射器或串 83 将被偏置大约 $p/3$ 周期,其中所述 p 是 3 的倍数以外的整数。与图 2 类似,仅仅为了清楚起见,包括发射器组的一个发射器的多个 LED 使用了不同的图案来表示。多个光发射器中的每个都可包括含有至少两个 LED 的串连串 (series string)。在图 4 中,图示了各包含 4 个 LED 的三个串,每串包括其自身的发射器组。然而,如关于图 2 所述的,发射器组也可以包括多个发射器或者串。

[0048] LED 的输出一般与驱动电流成比例。但是,通过使用细导线来为位于远处的 LED 提供高电流是效率极低的。通过使用多个 LED 串连连接组成一个发射器 83,要达到给定的组合 LED 输出水平需要更小的电流。例如,如图 4 所示的 4LED 的串连串只使用电流的 $1/4$ 就能够实现与单个 LED 相同的输出。

[0049] 现在参看图 6,显示了主要根据本发明另一个实施例的管道镜 / 内窥镜系统或者探头系统 100。探头系统 100 包括插入导管 140,探头电子器件 148 和工作站 160。工作站 160 包括与图 1 中所示并详细描述探头电子器件 48 相连接的元件类似的元件。系统 100 作为一个整体还包括与图 1 中探头系统 10 类似的元件并以与图 1 中探头系统 10 类似的方式操作。

[0050] 插入导管 140 包括延长部 146 和可拆卸远端 142。可拆卸远端 142 包括两个发射器模块 137,前观测端光学器件 144,以及触头 136。触头 136 向端 142 提供能量,将延长部 146 与可拆卸端 142 电连接,并且可以是弹簧负载 (springloaded) 的。插入导管 140 还可以包括至少一个强度调节区域 (未示出)。

[0051] 现在参看图 7,图示了图 6 中可拆卸端 142 的示范性实施例。类似图 6,包括多个光发射器的两个发射器模块 137 位于前观测端光学器件 144 的每一侧。位于观测光学器件 144 一侧的多个光发射器组成第一发射器模块 137a,而位于观测光学器件 144 另一侧的多个光发射器组成第二发射器模块 137b。另外,强度调节元件 138 包括两个强度调节区域 138a 和 138b,一个强度调节区域位于前观测端光学器件 144 的每一侧。从第一发射器模块 137a 发出的光经由路径 170a 通过强度调节区域 138a,其形成第一投射集合,而从第二发射器模块 137b 发出的光经由路径 170b 通过强度调节区域 138b,其形成第二投射集合。强度调节元件 138 包括线光栅 190,其改变光的分布且在所述表面上形成符合相移分析的结构光图案。

[0052] 成像器 (未示出) 获得第一图像集合和第二图像集合。第一图像集合包括投射到第一投射集合的多个条纹集中至少一个的表面的至少一幅图像,并且第二图像集合包括投射到第二投射集合的多个条纹集中至少一个的表面的至少一幅图像。

[0053] 与第一强度调节区域 138a 相关的第一发射器模块 137a 位于观测光学器件 144 的一侧,而与第二强度调节区域 138b 相关的第二发射器模块 137b 位于观测光学器件 144 的另一侧,从而使得从表面反射回来的至少一个结构光图案通过观测光学器件 144 到达成像器。

[0054] 两个发射器模块 137 每一个都包括延长的 LED 阵列 180, 其保留区 (intern) 包含至少三个 LED 或光发射器。可选择地, 两个发射器模块 137 可以每个包含多个光发射器, 多个光发射器的每个都包括至少两个 LED 的串联。将光从检查光源 23 (图 1) 递送至表面的光通元件 (未示出) 也可以包括在端 142 内。设置在端 142 上的可选电路 150 可以控制 LED 的排序, 在单个和多个 LED 中作出选择, 感测温度, 并且存储 / 恢复校准数据。可选电路 150 能够被图 1 中所示的 CPU56 或者微控制器 30 管理。

[0055] 在系统 100 中, 所述第一投射集合包括多个条纹集且第二投射集合包括多个条纹集。所述多个光发射器被定位以使得从第一发射器模块的一个发射器组投射出的第一投射集合的一个条纹集的结构光图案相对于从第一发射器模块的其他发射器组投射出的第一投射集合中的其他条纹集的结构光图案表现出相移。同样地, 从第二发射器模块的一个发射器组投射出的第二投射集合中的一个条纹集的结构光图案相对于从第二发射器模块的其他发射器组投射出的第二投射集合中的其他条纹集的结构光图案表现出相移。

[0056] 多个光发射器定位以使得第一投射集合中的一个条纹集的结构光图案相对于第一投射集合中的其他条纹集的结构光图案表现出空间或相位移动。同样地, 第二投射集合中的一个条纹集的结构光图案相对于第二投射集合中的其他条纹集的结构光图案表现出空间或相位移动。

[0057] 本发明的一个实施例中, 第一发射器模块包括三个发射器组且第二发射器模块也包括三个发射器组。所以, 从观测光学器件 144 的一侧产生了组成第一投射集合的三个条纹集, 而从观测光学器件 144 另一侧产生了组成第二投射集合的三个条纹集。所以, 系统 100 能够投射一共六个条纹集, 从 FOV 的每一侧投射三个。为了提高亮度和对比度, 发射器模块 137a 和 137b 可以包括多于三个的 LED 以及上面详细描述过的亮度确定功能。此外, 发射器模块 137a 和 137b 的所述多个光发射器每个可以包括至少两个 LED 构成的串联。

[0058] 采用结构光投射和相移分析的系统的精确度主要由它的基线间隔确定。在典型系统的情况下, 其中, 条纹集的绝对相位连同其在 FOV 中的位置被用来确定绝对目标距离, 基线间隔就是投射原点与相机视场原点之间的距离。在这个实施例中, 其中两个独立条纹集之间的绝对相位差被用来确定绝对目标距离, 基线间隔就是发射器模块 137a 和 137b 之间的距离。因此, 当两个发射器模块 137a 和 137b 之间的距离大于观测光学器件 144 和单个发射器模块 137 之间的距离时, 精确度得到提升。由于小尺寸探头内的机械局限, 使得很难从插入导管 140 中心显著偏转观测光学器件 144, 上述采用了两个发射器模块 137a 和 137b 的实施例一般可获得比用前观测系统中单个的发射器模块 137 所达到的基线间隔更大的基线间隔。

[0059] 另外, 可拆卸端 142 在插入导管上位置的改变导致从端部发出的投射相对于 FOV 移动。假如目标距离是通过使用绝对相位结合在 FOV 中的位置计算得到的, 该移动将导致计算得到的目标距离错误。在此实施例中, 因为绝对相位差不会受到端在插入导管上的位置的影响, 故而这样的错误被避免了。在一可替代的方法中, 两个 LED 阵列还可以位于具有大光栅的观测光学器件的一侧, 其中第一投射集合比第二投射集合偏离观测光学器件稍微多一些。

[0060] 在一些应用中, 期望在垂直于探头轴的方向上获得视图, 被称为侧视图。为了获得这样的侧视图, 可拆卸端 142 可以被可拆卸侧视端 242 (图 8、9) 替换, 所述侧视端包括例如

侧视棱镜 210 的元件,通过上述元件从表面反射的多个条纹集通过观测光学器件 244 到达成像器(未示出)。

[0061] 图 8A 和 8B 图示了侧视端 242 的示范性实施例。从图 8A 中看,安置多个光发射器以在基本垂直于探头轴的方向发射光。在此情况下,发射器模块 237a 和 237b 被布置在侧视棱镜 210 的每侧并且旋转了 90° (相对于图 7 中所示多个发射器模块的位置) 以将多个条纹集导向侧面。特别地,发射器模块 237a 被设置在侧视棱镜 210 的一侧,且发射器模块 237b 被设置在侧视棱镜 210 的另一侧。此外,强度调节区域 238a 设置在侧视棱镜 210 的一侧上,且强度调节区域 237b 设置在侧视棱镜 210 另一侧,以便从发射器模块 237a 发出的光通过强度调节区域 238a 并且从发射器模块 237b 发出的光通过强度调节区域 238b。图 8B 显示了侧视端 242 的侧视图。

[0062] 在如图 9A 和 9B 中所示的可选择示范性实施例中,发射器模块 237a、237b 和强度调节区域 238a、238b 安装在侧视棱镜 210 上边缘上方且被定向垂直于所述棱镜 210 的上边缘。安置发射器模块 237a 和 237b 以在基本垂直探头轴的方向发射光。图 9A 图示了位于侧视棱镜 210 一侧上以导引光从检查光源(未示出)到侧面的光通元件 243。图 9B 图示了依照示范性实施例的侧视端 242 的侧视图。

[0063] 可选择地,发射器模块和强度调节区域可以被定向平行于所述棱镜的上边缘。以这个方向,一个发射器模块和强度调节区域可以设置在仅在侧视棱镜上边缘的上方而其他发射器模块和强度调节区域可以被更远的间隔,进一步高于远离成像器的棱镜。以这种方式,可拆卸侧视端能够被造的更长以获得发射器模块之间更大的间隔而不必增大所述插入导管的尺寸。

[0064] 正如在本文描述的以及在附图中所示的条纹投射系统和方法的结构和排列,仅仅是示例性的。尽管只有少数本发明的实施例在本公开中被详细描述,回顾了本公开的本领域技术人员可以很容易地意识到在没有实质脱离所附权利要求中所述的课题的新颖教导和优点的情况下,可以有许多改变(例如大小,尺寸,结构,形状以及不同元件的比例,参数值,装配布置,材料使用,方向,等等的变化)。相应地,所有这些改变意味着包括在后附权利要求限定的本发明的范围内。依据可选的实施例,可以改变或重新排序任何过程或方法步骤的次序或顺序。在权利要求中,任何装置加功能的条款都意味着覆盖执行所述功能的本文所述结构,且不仅是结构上的等同物还有等同的结构。在不脱离后附权利要求所表达的本发明实施例之精神的情况下可以在优选和其他示范性实施例的设计、操作条件和排列方面进行替代、修改、改变和省略。所以本发明的技术范围不但包含上述那些实施例,还包括那些落在后附权利要求范围内的方案。

[0065] 正如在本文描述的以及在附图中所示的成像器系统和方法的结构和排列,仅仅是示例性的。本领域技术人员可以认识到成像器系统能够包括常规管道镜中继系统,成像束,或其他移除照相机而不脱离所述方法的功能的其他装置。尽管本公开中仅仅描述少数几个本发明的实施例,回顾本公开的本领域技术人员可以很容易地意识到在没有实质脱离所附权利要求中所述的课题的新颖教导和优点的情况下,可以有许多改变(例如大小,尺寸,结构,形状以及不同元件的比例,参数值,装配布置,材料使用,方向,等等的变化)。相应地,所有这些改变意味着包括在后附权利要求限定的本发明的范围内。

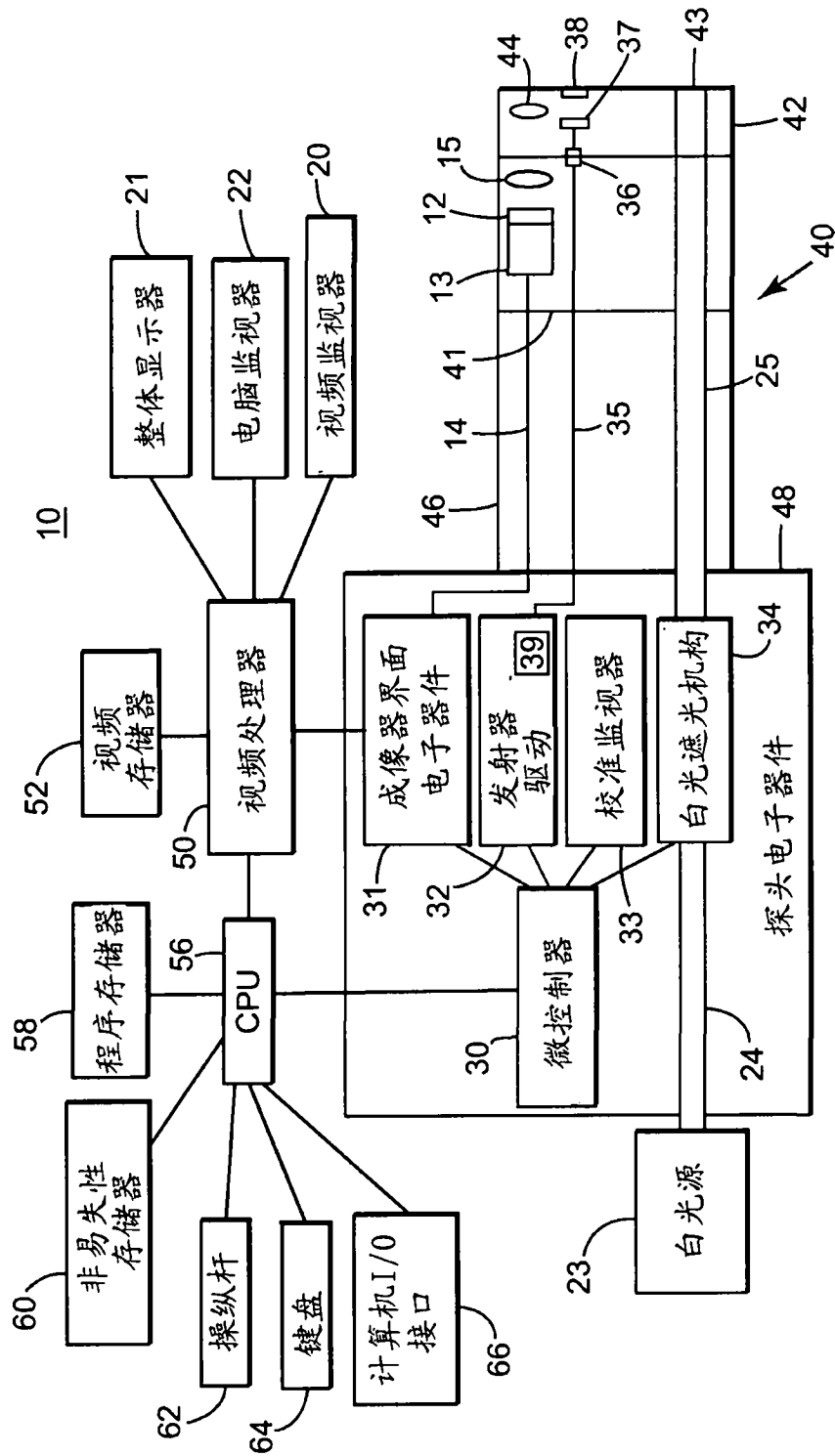
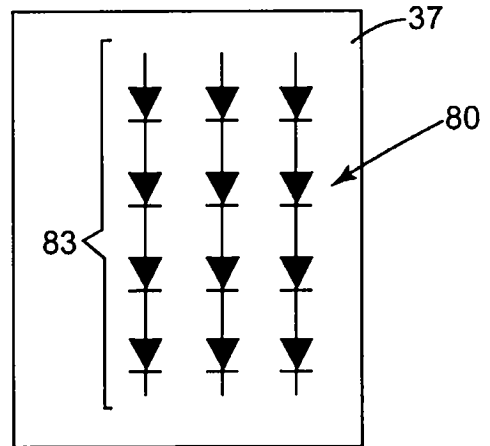
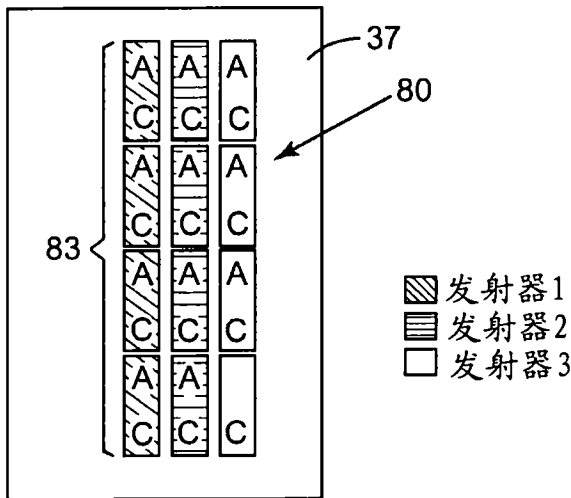
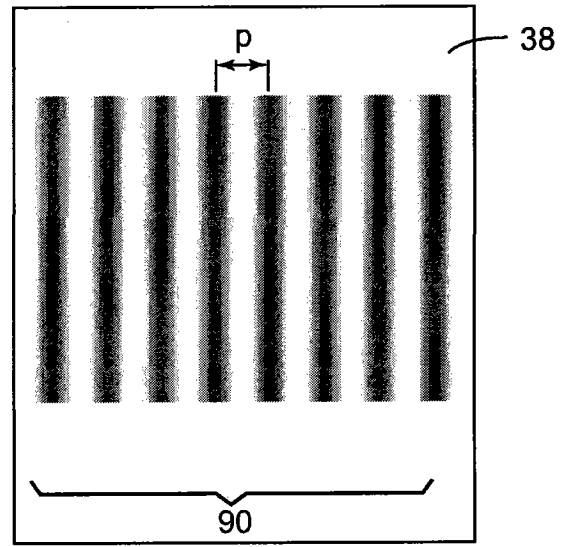
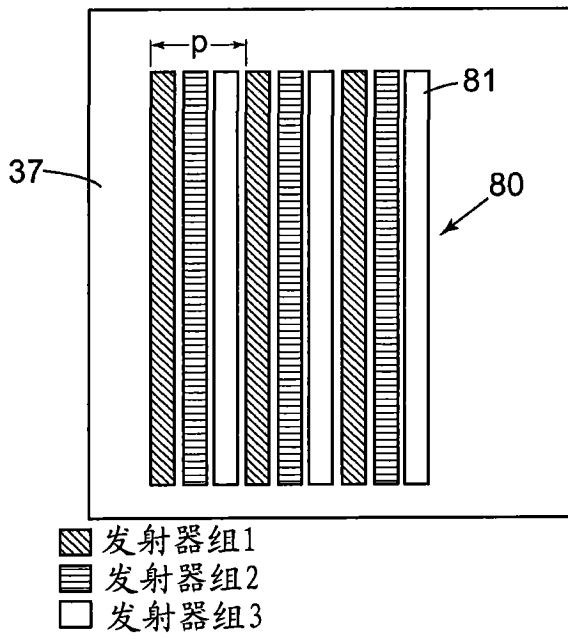


图 1



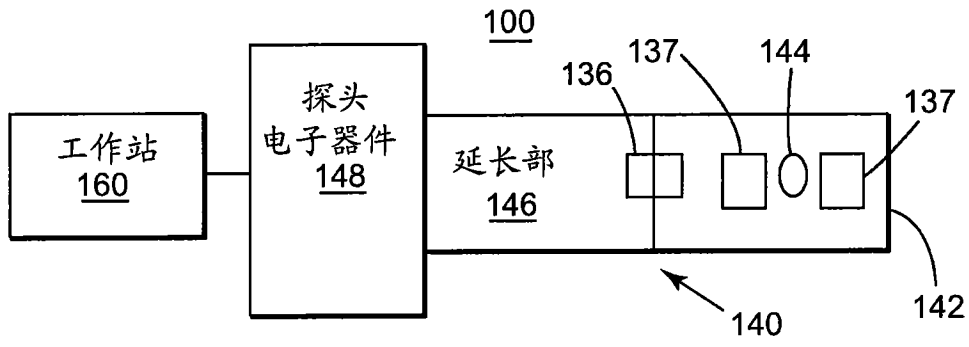


图 6

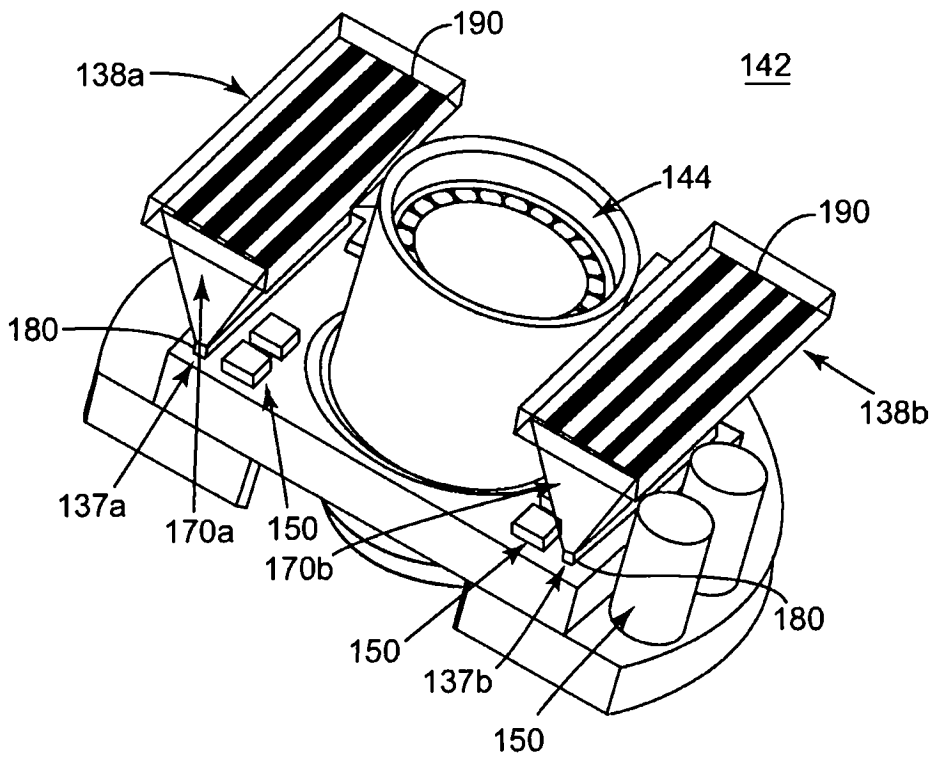


图 7

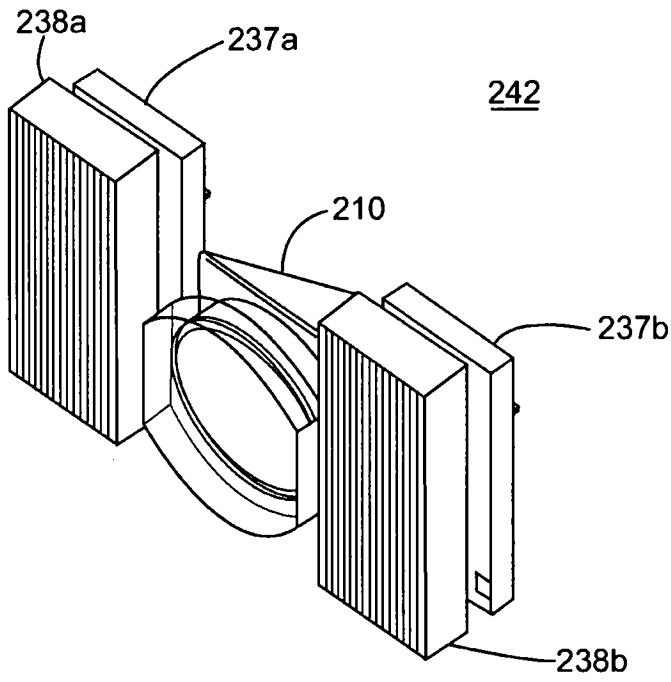


图 8A

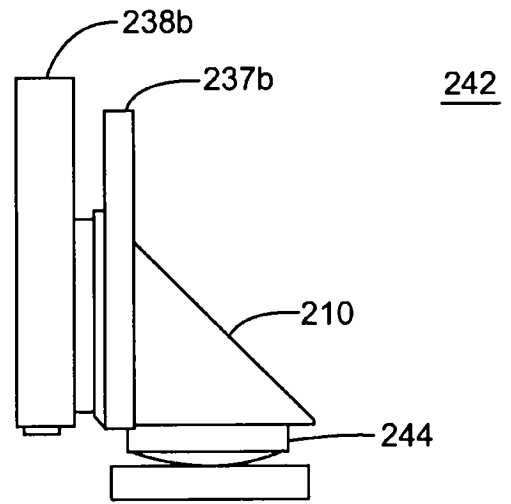


图 8B

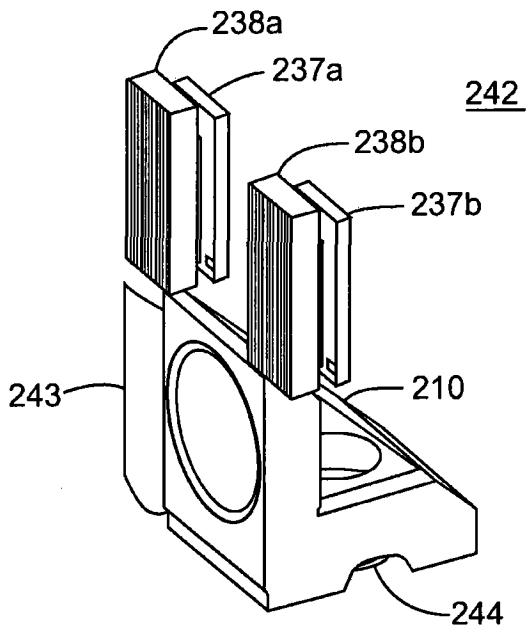


图 9A

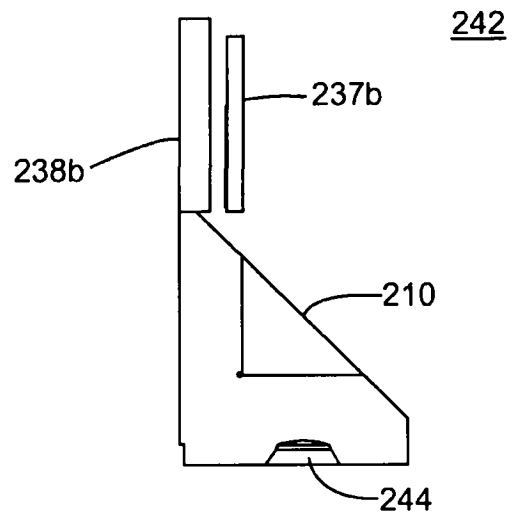


图 9B