



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109983515 A

(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201780069782.6

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2017.11.09

代理人 徐予红 张金金

(30)优先权数据

62/420881 2016.11.11 US

(51)Int.Cl.

G08B 17/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.05.10

G08B 17/107(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/060892 2017.11.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/089654 EN 2018.05.17

(71)申请人 开利公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 M.J.伯恩克兰特 J.M.阿历山大

A.M.菲恩 陈彦至 方辉 奚杰

P.R.哈里斯

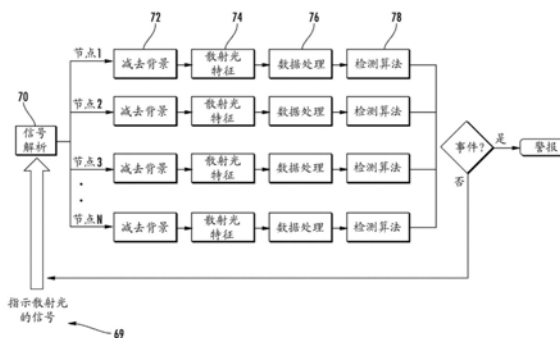
权利要求书2页 说明书11页 附图24页

(54)发明名称

基于高灵敏度光纤的检测

(57)摘要

一种用于测量预定区域内的一个或多个状况的检测系统,其包括纤维束,所述纤维束具有用于传输光的至少一根光纤电缆。所述至少一根光纤电缆限定被布置来测量所述一个或多个状况的多个节点。控制系统可操作地联接到所述纤维束,使得与所述多个节点相关联的散射光被传输到所述控制系统。所述控制系统单独地分析来自所述多个节点中的每一个的散射光,并且所述控制系统共同地分析来自所述多个节点中的每一个的散射光,以确定所述预定区域内的所述一个或多个状况的存在和量值中的至少一者。



1. 一种用于测量预定区域内的一个或多个状况的检测系统,其包括:  
纤维束,所述纤维束具有用于传输光的至少一根光纤电缆,所述至少一根光纤线缆限定被设置来测量所述一个或多个状况的多个节点;以及  
控制系统,所述控制系统可操作地联接到所述纤维束,使得与所述多个节点相关联的散射光被传输到所述控制系统,其中所述控制系统单独地分析来自所述多个节点中的每一个的所述散射光,并且所述控制系统共同地分析来自所述多个节点中的每一个的所述散射光,以确定所述预定区域内的所述一个或多个状况的存在和量值中的至少一者。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制系统分析所述散射光以识别与所述多个节点中的一个相关联的所述散射光。
3. 根据权利要求2所述的系统,其还包括多个光敏装置,其中所述多个光敏装置中的每一个可操作地联接到控制单元并且联接到所述多个节点中的一个。
4. 根据权利要求2所述的系统,其还包括光敏装置,所述光敏装置可操作地联接到所述控制单元并且联接到所述至少一根电缆的所述多个节点中的每一个。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制系统使用傅里叶变换分析来自所述多个节点中的每一个的所述散射光,以确定状况的存在。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制单元与警报相关联,所述控制单元可操作以在检测到所述预定区域内的所述一个或多个状况时引发所述警报。
7. 一种测量预定区域内的一个或多个状况的方法,其包括:  
接收来自检测系统的多个节点的散射光,所述多个节点被布置来测量所述一个或多个状况;  
将对应于与所述多个节点相关联的所述散射光的信号传送到控制单元;  
共同地评估来自所述多个节点的所述信号;以及  
确定所述信号是否指示所述预定区域内的所述一个或多个状况的存在和量值中的至少一者。
8. 根据权利要求7所述的方法,其还包括单独地评估来自所述多个节点的所述信号。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元被配置为在共同地评估来自所述多个节点的所述信号之前单独地评估来自所述多个节点的所述信号。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元被配置为在单独地评估来自所述多个节点的所述信号之前共同地评估来自所述多个节点的所述信号。
11. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元被配置为单独地评估来自所述多个节点的所述信号,并且同时共同地评估来自所述多个节点的所述信号。
12. 根据权利要求8所述的方法,其中单独地评估来自所述多个节点中的每一个的所述信号还包括使所述多个信号中的每一个与所述多个节点中的对应节点相关联。
13. 根据权利要求12所述的方法,其还包括对每个信号应用滤波器。
14. 根据权利要求7所述的方法,其还包括执行分析以确定与每个信号相关联的一个或多个特性。
15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述一个或多个特性包括峰值高度。
16. 根据权利要求14所述的方法,其中所述一个或多个特性包括由每个信号定义的曲线下的面积。

17. 根据权利要求14所述的方法, 其还包括将每个信号的所述一个或多个特性与阈值进行比较。

18. 根据权利要求7所述的方法, 其中共同地评估来自所述多个节点中的每一个的所述信号提供所述一个或多个状况的时间和空间演变。

19. 根据权利要求7所述的方法, 其还包括在确定所述一个或多个状况存在时启动警报、灭火系统或其他信号中的至少一者。

20. 根据权利要求7所述的方法, 其中所述一个或多个状况包括烟雾。

## 基于高灵敏度光纤的检测

### 背景技术

[0001] 本公开的实施方案总体上涉及用于检测预定空间内的状况的系统,并且更具体来说,涉及光纤检测系统。

[0002] 常规的烟雾探测系统通过检测烟雾或其他空气传播的污染物的存在来操作。在检测到阈值水平的颗粒时,可启动警报或诸如通知信号的其他信号,并且可引发灭火系统的操作。

[0003] 高灵敏度烟雾探测系统可包括由一个或多个管道组成的管网,所述管道具有孔或入口,所述孔或入口安装在可从被监视的区域或环境收集烟雾或火灾前发射的位置。空气通过入口(诸如经由风扇)被吸入管网中,并且随后被引导到检测器。在一些常规的烟雾探测系统中,单独的传感器单元可定位在每个感测位置,并且每个传感器单元具有其自己的处理和感测部件。

[0004] 在常规的点烟雾探测器以及管网检测系统中,例如由于烟雾传输时间,检测火灾的存在可能发生延迟。在管网检测系统中,由于管网的大小,在烟雾通过入口进入管网时与烟雾实际到达远程检测器时之间通常存在时间延迟。此外,因为烟雾或其他污染物最初通过一些入口进入管网,所以烟雾与从其余入口提供到管道的清洁空气混合。由于这种稀释,烟雾和空气的混合物中可检测到的烟雾可能不会超过指示火灾的存在所需的阈值。

### 发明内容

[0005] 根据一个实施方案,一种用于测量预定区域内的一个或多个状况的检测系统,其包括纤维束,所述纤维束具有用于传输光的至少一根光纤电缆。所述至少一根光纤电缆限定被布置来测量所述一个或多个状况的多个节点。控制系统可操作地联接到所述纤维束,使得与所述多个节点相关联的散射光被传输到所述控制系统。所述控制系统单独地分析来自多个节点中的每一个的散射光,并且所述控制系统共同地分析来自多个节点中的每一个的散射光,以确定预定区域内的一个或多个状况的存在和量值中的至少一者。

[0006] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制系统分析散射光以识别与多个节点中的一个相关联的散射光。

[0007] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括多个光敏装置,其中所述多个光敏装置中的每一个可操作地联接到控制单元并且联接到多个节点中的一个。

[0008] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括光敏装置,所述光敏装置可操作地联接到控制单元并且联接到至少一根电缆的多个节点中的每一个。

[0009] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制系统使用傅里叶变换分析来自多个节点中的每一个的散射光,以确定状况的存在。

[0010] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制单元与警报相关联,所述控制单元可操作以在检测到预定区域内的一个或多个状况时

引发所述警报。

[0011] 根据另一个实施方案,一种测量预定区域内的一个或多个状况的方法包括:接收来自检测系统的多个节点的散射光,所述多个节点被布置来测量所述一个或多个状况;将对应于与所述多个节点相关联的散射光的信号传送到控制单元;共同地评估来自所述多个节点的信号;以及确定所述信号是否指示所述预定区域内的所述一个或多个状况的存在和量值中的至少一者。

[0012] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括单独地评估来自多个节点的信号。

[0013] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制单元被配置为在共同地评估来自多个节点的信号之前单独地评估来自多个节点的信号。

[0014] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制单元被配置为在单独地评估来自多个节点的信号之前共同地评估来自多个节点的信号。

[0015] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述控制单元被配置为单独地评估来自多个节点的信号,并且同时共同地评估来自多个节点的信号。

[0016] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中单独地评估来自多个节点中的每一个的信号还包括使多个信号中的每一个与多个节点中的对应节点相关联。

[0017] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括对每个信号应用滤波器。

[0018] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括执行分析以确定与每个信号相关联的一个或多个特性。

[0019] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述一个或多个特性包括峰值高度。

[0020] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中所述一个或多个特性包括由每个信号定义的曲线下的面积。

[0021] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括将每个信号的一个或多个特性与阈值进行比较。

[0022] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中共同地评估来自多个节点中的每一个的信号提供一个或多个状况的时间和空间演变。

[0023] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中包括在确定一个或多个状况存在时启动警报、灭火系统或其他信号中的至少一者。

[0024] 除了上述特征中的一个或多个之外,或作为替代方案,在另外的实施方案中一个或多个状况包括烟雾。

## 附图说明

[0025] 在说明书结尾处的权利要求书中具体指出并明确要求保护被视为本公开的主题。

根据以下结合附图进行的详细描述,本公开的前述和其他特征以及优点显而易见,在附图中:

- [0026] 图1是根据一个实施方案的检测系统的示意图;
- [0027] 图1A是根据一个实施方案的在检测系统的节点处的光传输的示意图;
- [0028] 图2A是根据另一个实施方案的检测系统的示意图;
- [0029] 图2B是根据另一个实施方案的检测系统的示意图;
- [0030] 图3是根据一个实施方案的图1的纤维束的光纤节点的横截面图;
- [0031] 图4A是根据一个实施方案的检测系统的纤维束的侧视图;
- [0032] 图4B是根据一个实施方案的检测系统的纤维束的示意图;
- [0033] 图5是根据一个实施方案的包括多个纤维束的检测系统的示意图;
- [0034] 图6是根据一个实施方案的将要通过检测系统监视的建筑物内的区域的透视图;
- [0035] 图7是根据一个实施方案的检测系统的控制系统的示意图;
- [0036] 图8是根据一个实施方案的包括雪崩光电二极管传感器的检测系统的另一个示意图;
- [0037] 图9是根据一个实施方案的操作检测系统的方法;
- [0038] 图10是根据一个实施方案的用于评估由光敏装置生成的信号的过程流的示意图;
- [0039] 图11A和图11B是示出根据一个实施方案的针对各种预定义的状况或事件随时间推移由检测系统记录的信号的图;
- [0040] 图12是检测系统的另一个示意图;
- [0041] 图13是检测系统的又一个示意图;
- [0042] 图14是使用透镜的检测系统的示意图;
- [0043] 图15是使用透镜的检测系统的另一个示意图;
- [0044] 图16A是具有接头连接件的检测系统的示意图;
- [0045] 图16B是用于检测系统的接头连接件的另一个示意图;
- [0046] 图17是包括光学放大器的检测系统的示意图;
- [0047] 图18是进一步被配置用于通信的检测系统的示意图;并且
- [0048] 图19是组合的检测系统和灭火系统的示意图。
- [0049] 详细描述参考附图通过举例的方式解释了本公开的实施方案以及优点和特征。

### 具体实施方式

[0050] 现在参考各图,示出了用于检测指定区域内的一个或多个状况或事件的系统20。检测系统20可能能够检测一个或多个危险状况,包括但不限于烟雾、火、温度、火焰或者多种污染物、燃烧产物或化学品中的任一种的存在。可替代地或另外,检测系统20可被配置来执行对人、照明状况或对象的监视操作。在一个实施方案中,系统20可以类似于运动传感器的方式操作,诸如以便检测人、乘客或对指定区域的未授权接近的存在。本文所述的状况和事件仅意图作为示例,并且其他合适的状况或事件在本公开的范围之内。

[0051] 检测系统20使用光来评估一个体积以发现状况的存在。在本说明书中,术语“光”意味着在电磁频谱中的任何频率或频率组合处的相干或非相干辐射。在一个示例中,光电系统使用光散射来确定环境大气中的颗粒的存在,以指示预定状况或事件的存在。在本说

说明书中,术语“散射光”可包括对入射光的振幅/强度或方向的任何变化,包括在任何/所有方向上的反射、折射、衍射、吸收和散射。在这个示例中,将光发射到指定区域中;当光遇到对象(例如,人、烟雾颗粒或气体分子)时,由于对象的折射率与周围介质(空气)相比存在差异,光可被散射和/或吸收。取决于对象,光可在所有不同的方向上被散射。通过检测由例如对象散射的光来观察入射光的任何变化可提供关于指定区域的信息,包括确定预定状况或事件的存在。

[0052] 如图1所示,检测系统20在其最基本的形式中包括具有至少一根光纤芯的单根光纤电缆28。术语光纤电缆28包括任何形式的光纤。作为示例,光纤是由单模、多模、保偏、光子晶体纤维或中空芯的一根或多根光纤芯组成的一段电缆。节点34位于光纤电缆32的终止点处并且固有地包括在光纤电缆28的定义中。节点34定位成与环境大气连通。光源36(诸如激光二极管)和光敏装置38(诸如光电二极管)联接到光纤电缆28。以下更详细地论述的检测系统20的控制系统50用于管理检测系统操作,并且可包括对部件、数据采集、数据分析和数据分析的控制。

[0053] 如图1A所示,来自光源的光通过节点34传输到周围区域(在21处示意性地示出)。光21与指示状况的一个或多个颗粒相互作用(在22处示意性地示出),并且被反射或传输回到节点34(在23处示意性地示出)。对提供到节点34的光的比较和/或从节点34反射回到光敏装置38的光的变化将指示在邻近节点34的环境大气中是否存在引起光的散射的大气变化。如本文所描述的散射光意图另外包括反射光、透射光和吸收光。尽管将检测系统20描述为使用光散射来确定状况或事件,但其中除了光散射之外或代替光散射使用光遮蔽、吸收和荧光的实施方案也在本公开的范围之内。

[0054] 在另一个实施方案中,检测系统20可包括多个节点34。例如,如图2A所示,多根光纤电缆28和对应的节点34各自与不同的光敏装置38相关联。在其中单独的光敏装置38与每个节点34相关联的实施方案中,如图2A所示,可监视从每个节点34输出的信号。在检测到预定事件或状况时,将可能定位事件的位置,因为系统20内的每个节点34的位置都是已知的。可替代地,如图2B所示,多根光纤电缆28可联接到单个光敏装置。

[0055] 在其中单个光敏装置38被配置为从多个节点34接收散射光的实施方案中,控制系统50能够定位散射光,即,识别从多个节点34中的每一个接收的散射光。在一个实施方案中,控制系统50使用每个节点34的位置,具体来说,与每个节点34相关联的光纤电缆28的长度和对应的飞行时间(即,在光源36发射光时与光敏装置38接收光时之间过去的时间),来使光信号的不同部分与连接到所述光敏装置38的各个节点34中的每一个相关联。可替代地或另外,飞行时间可包括从节点发射光时与在节点处接收回光时之间过去的时间。在这类实施方案中,飞行时间提供关于对象相对于节点的距离的信息。

[0056] 在一个实施方案中,在图3所示的光纤电缆的横截面中示出,两根基本上相同且平行的光传输纤维芯40、42包括在光纤电缆28中并且在节点34处终止。然而,应当理解,本文也设想了其中光纤电缆28包括仅单根纤维芯或超过两根芯的实施方案。例如在光纤电缆28的第一末端附近,光源36可联接到第一纤维芯40并且光敏装置38可联接到第二纤维芯42。光源36选择性地可操作以发射光,所述光沿着光纤电缆28的第一纤维芯40行进到节点34。在节点34处,发射的光被逐出到邻近的大气中。光被散射并传输回到节点34中,并且经由第二纤维芯42沿着光纤电缆28传输到光敏装置38。

[0057] 现在参考图4A,在更复杂的实施方案中,检测系统20包括纤维束30,所述纤维束30具有捆扎在一起的多根光纤电缆28。应当注意,纤维束30也可以是仅单根光纤电缆28。在一个实施方案中,多根纤维芯40、42在一个位置处捆扎在一起以形成纤维束主干31,并且光纤电缆28的末端是分离的(未包括在捆扎起来的主干中)以限定纤维束30的多个光纤分支32。如图所示,多根纤维芯40、42分叉以形成多个单独的纤维分支32,所述多个单独的纤维分支32中的每一个在节点34处终止。在图4A和图4B的非限制性实施方案中,纤维束30另外包括与纤维分支32相关联的发射器支脚33和接收器支脚35。发射器支脚33可含有来自多个纤维分支32中的每一个的第一纤维芯40,并且接收器支脚35可含有来自纤维分支32中的每一个的所有第二纤维芯42。在发射器支脚33或接收器支脚35与节点34之间延伸的光纤芯40、42的长度在长度上可变化,使得分支32和对应的节点34沿着纤维束主干31的长度布置在各种位置处。在一个实施方案中,可在制造期间或在安装系统20时设定节点34的位置。

[0058] 可替代地,纤维束30可包括具有多个分支32的光纤电缆(未示出),所述多个分支32与所述光纤电缆整体地形成并且从所述光纤电缆延伸。分支32可包括仅单根光纤芯。纤维束30内的节点34的配置(具体来说,间隔)可以是基本上等距的,或可在束30的长度上改变。在一个实施方案中,每个节点34的定位可与指定区域内的特定位置相关。

[0059] 现在参考图5,检测系统20可另外包括多个纤维束30。在所示出的非限制性实施方案中,不同的光敏装置38与多个纤维束30中的每一个相关联。然而,这里也设想了其中单个光敏装置38联接到多个纤维束30的实施方案。此外,单个光源36可被可操作地联接到系统20的多个纤维束30内的多根光传输纤维芯40。可替代地,检测系统20可包括多个光源36,所述多个光源36中的每一个联接到多个纤维束30中的一个或多个。

[0060] 检测系统20可被配置来监视诸如建筑物的预定区域。检测系统20可尤其用于具有拥挤环境的预定区域,诸如服务器机房,例如,如图6所示。每个纤维束30可与一个或多个设备行46对准,并且其中的每个节点34可定位成紧邻所述行46内的塔状结构48中的一个。此外,节点可被布置以便监视特定的外壳、电子装置或机器。以这种方式定位节点34允许更早地检测到状况并进行定位,这可限制机房中的其他设备暴露于相同的状况。在另一个应用中,检测系统20可整合到飞行器中,诸如用于监视飞行器的可能易受火灾或其他事件影响的货舱、航空电子设备机架、厕所或其他密闭区域。

[0061] 检测系统20的控制系统50用于管理检测系统的操作,并且可包括对部件、数据采集、数据处理和数据分析的控制。如图7所示,控制系统50包括至少一个光敏装置38、至少一个光源36和控制单元52,诸如具有一个或多个处理器54和存储器56的计算机,所述存储器用于将算法58实现为由处理器54执行的可执行指令。这些指令可在任何抽象层级上以任何方式进行存储或组织。处理器54可以是任何类型的处理器,包括中央处理单元(“CPU”)、通用处理器、数字信号处理器、微控制器、专用集成电路(“ASIC”)、现场可编程门阵列(“FPGA”)等。此外,在一些实施方案中,存储器56可包括随机存取存储器(“RAM”)、只读存储器(“ROM”)或其他电子介质、光学介质、磁性介质或用于存储和支持存储器56中的处理的任何其他计算机可读介质56。除了可操作地联接到至少一个光源36和至少一个光敏装置38之外,控制单元52还可与一个或多个输入/输出装置60相关联。在一个实施方案中,输入/输出装置60可包括在检测到预定义的事件或状况时启动的警报或其他信号或者灭火系统。本文中应当理解,如本文所使用的术语警报可指示可能的检测结果中的任一个。



[0062] 处理器54可经由连接器联接到至少一个光源36和至少一个光敏装置38。光敏装置38被配置来将从节点34接收的散射光转换成可由处理器54接收的对应信号。在一个实施方案中,由光感测装置38生成的信号是电子信号。从光感测装置38输出的信号然后被提供到控制单元52,以便使用算法进行处理以确定是否存在预定义的状况。

[0063] 由光敏装置38接收或从光敏装置38输出的信号可诸如通过比较器(未示出)进行放大和/或滤波,以在信号被传送到控制单元52之前减少或消除信号内的无关信息,所述控制单元52远离节点34定位。在这类实施方案中,信号的放大和滤波可直接在光感测装置38内发生,或可替代地,可经由设置在光感测装置38与控制单元52之间的一个或多个部件发生。例如,控制单元52可诸如通过调节放大器的增益、滤波器的带宽、采样率、定时量和数据缓冲来控制光敏装置38的数据采集。

[0064] 现在参考图8,在系统20的一个实施方案中,光敏装置38可包括一个或多个雪崩光电二极管(APD)传感器64。例如,APD传感器64的阵列66可与一个或多个纤维束30相关联。在一个实施方案中,传感器阵列66内的APD传感器64的数目等于或大于可操作地联接到所述传感器阵列66的纤维束30的总数。然而,本文中也设想了其中传感器阵列66内的APD传感器64的总数小于纤维束30的总数的实施方案。

[0065] 由交换机68周期性地获得表示来自APD阵列66中的每个APD传感器64的输出的数据,或者可替代地,同时收集所述数据。数据采集67从APD收集电子信号并且使收集的信号与元数据相关联。作为示例,元数据可以是时间、频率、位置或节点。在一个示例中,使来自APD的电子信号与激光调制同步,使得在激光器于激光脉冲之后被脉冲几微秒时开始的一段时间内收集电信号。将由处理器54收集并处理数据,以确定节点34中的任一个是否指示预定义的状况或事件的存在。在一个实施方案中,收集由传感器阵列66输出的数据的仅一部分,例如来自与第一纤维束30相关联的第一APD传感器64的数据。因此,交换机68被配置来顺序地从传感器阵列66的各种APD传感器64收集信息。当从第一APD传感器64收集的数据被处理以确定事件或状况是否已经发生时,来自传感器阵列66的第二APD 66的数据被收集并提供到处理器54以便进行分析。当已根据从APD传感器64中的一个收集的数据检测到预定义的状况或事件时,交换机68可被配置成从相同的APD传感器64向处理器54提供额外的信息以追踪所述状况或事件。

[0066] 图9中示出检测系统20的操作方法100。可操作地联接到光源36的控制单元52被配置成如框102所示选择性地为光源36供给能量,并且如框104所示将光发射到联接到所述光源36的纤维束30。基于检测系统20的期望操作,控制单元52可改变所发射的光的强度、持续时间、重复、频率或其他性质。当光沿着至少一个光纤分支32的第一纤维芯40行进时,在纤维束30的一个或多个节点34处发射所述光中的全部或一部分。在框106中,光在预定区域中散射并且经由第二纤维芯42通过光纤分支32传输回来。散射光可包括邻近节点的大气内的散射光和从光纤分支32的内部反射的散射光中的一个或多个。在框108中,将散射光传输到至少一个光感测装置38。如框110所示,光感测装置38响应于由每个节点34接收的散射光而生成信号,并且将所述信号提供到控制单元52以便进一步处理。

[0067] 使用由处理器54执行的算法58,评估表示由对应的节点34接收的散射光的信号中的每一个,以确定节点34处的光是否指示预定义的状况,诸如烟雾。参考图10,示出了示出用于处理由节点34中的每一个生成的信号的流程的示例的示意图。如图所示,将指示散射

光的信号69基于它们的各个起源节点34解析成多个信号(在框70处示出)。在所示出的非限制性实施方案中,在针对单独的信号中的每一个评估脉冲特征之前,从数据中减去背景信号(在72处示意性地示出)。通过整合、脉冲压缩和/或特征提取(在框74处示出),可确定信号的一个或多个特性或特征(脉冲特征)。这类特征的示例包括但不限于:峰值高度;由信号定义的曲线下的面积;诸如平均值、方差和/或高阶矩的统计特性;时间、频率、空间和/或其组合上的相关性;以及通过深度学习、字典学习和/或自适应学习等确定的经验特征。

[0068] 在一个实施方案中,解析飞行时间记录并提取特征。飞行时间记录可涵盖一段时间。例如,飞行时间记录可记录0.001毫微秒至1,000,000毫微秒、0.1毫微秒至100,000毫微秒或0.1微秒至10,000微秒内的光强度。例如,从信号提取的特征可包括但不限于高度、半极大处全宽度、信号拾取时间、信号下降时间、群速度、整合、变化率、平均值和方差。

[0069] 通过应用数据处理(在框76处示意性地示出),然后可通过使用例如平滑化、傅里叶变换或互相关来进一步处理所述特征。在一个实施方案中,然后将处理后的数据发送到框78处的检测算法,以确定信号是否指示对应的节点34处的状况或事件的存在和/或量值。这种评估可以是并不识别特性与阈值之间的偏差量值的简单二进制比较。所述评估也可以是所述一个或多个特性的数值函数与阈值的比较。阈值可被先验地确定或可根据信号确定。根据信号确定阈值可被称为背景学习。背景学习可通过自适应滤波、基于模型的参数估计、统计建模等完成。在一些实施方案中,如果所识别的特征中的一个不超过阈值,则不应应用检测算法的剩余部分,以便减少在检测算法期间完成的总量处理。在检测算法指示状况在一个或多个节点34处的存在的情况下,可以但无需启动警报或其他灭火系统。应当理解,本文所示出并描述的用于评估数据的过程仅作为示例,并且本文也设想了包括图中所指示步骤中的一些的或全部的其他过程。

[0070] 评估也可有利地采用分类器,包括可经由深度学习技术从信号学习的那些分类器,所述深度学习技术包括但不限于深度神经网络、卷积神经网络、递归神经网络、字典学习、视觉/深度词汇口袋技术、支持向量机(SVM)、决策树、决策森林、模糊逻辑等。分类器也可使用马尔科夫模型(Markov Model)技术、隐马尔科夫模型(HMM)、马尔科夫决策过程(MDP)、部分可观察MDP、马尔科夫决策逻辑、概率规划等加以构造。

[0071] 除了单独地评估从每个节点34生成的信号之外,处理器54另外可被配置成诸如通过数据融合操作共同地评估多个信号或其特性以产生融合信号或融合特性。数据融合操作可提供与事件或预定状况的时间和空间演变有关的信息。因此,数据融合操作可能可用于检测不足以单独地在节点34中的任一个处引发警报的低水平事件。例如,在缓慢燃烧的火的情况下,由节点34中的每一个附近的少量烟雾单独地生成的光信号可能不足以引发警报。然而,当来自多个节点34的信号作为整体被检查时,从多个节点34返回到光敏装置38的光的增加可指示否则没有检测到的事件的发生或对象的存在。在一个实施方案中,通过贝叶斯估计(Bayesian Estimation)执行融合。可替代地,可采用线性或非线性联合估计技术,诸如最大似然(ML)、最大先验(MAP)、非线性最小平方法(NNLS)、聚类技术、支持向量机、决策树和决策森林等。

[0072] 如以上所示出并描述,处理器54被配置成关于时间分析由至少一个光感测装置38生成的信号。在另一个实施方案中,检测算法可以被配置成向信号应用傅里叶变换、小波变换、时空变换、Choi-Williams分布、Wigner-Ville分布等中的一个或多个,以将这些信号从

时间域转换到频率域。当节点34正被单独地分析时,当节点34正在数据融合期间被共同地分析时,或在这两种情况下,可向信号应用这种变换。

[0073] 通过测量信号的因果关系和依赖性来推断光散射与状况的量值或存在之间的关系。作为示例,因果关系的测量利用一个或多个信号特征作为输入,并且根据假设检验方法、前景比、二阶导数、平均值或格兰杰因果关系检验(Granger Causality Test)的计算来确定一个或多个输出。类似地,可使用一个或多个信号特征作为输入来评估信号的依赖性。从相关性、快速傅里叶变换系数、二阶导数或窗口的计算选择一个或多个输出。状况的量值和存在于是基于因果关系和依赖性。可利用以下一种或多种评估方法计算状况的量值和存在:阈值、速度、变化率或分类器。检测算法可包括利用从计算因果关系、依赖性或两者获得的输出。这用于指示状况在一个或多个节点34处的存在并且引发响应。

[0074] 因为烟雾的频率在诸如例如约0.01Hz至约10Hz的小范围内变化,所以关于频率对信号的评估可有效地且准确地确定预定空间82内的烟雾的存在。检测算法可被配置来评估固定的时间窗口中的信号,以确定烟雾的运动的频率或强度的量值。因此,如果频率分量的量值超过预定阈值,那么检测算法可引发指示火灾的存在的警报。在一个实施方案中,预定阈值为约10Hz,使得当光学烟雾频率的量值超过阈值时,烟雾存在。

[0075] 在一个实施方案中,算法58被配置成基于随时间推移由节点34附近的大气散射并由节点34中的一个或多个接收的光的变化率来分辨不同的事件或状况。参考图11A和图11B,示出关于不同事件随时间推移从节点34记录的信号的曲线图。图11A指示当人员步行穿过正由节点34监视的区域时由节点34接收的光信号中的变化。如曲线图中所示,人员的移动表现为具有变化的量值的梯级。表示检测到来自闷烧火的烟雾的图11B在曲线图上表现为更加连续地改变的信号,所述信号具有随时间推移由节点34接收的光信号中的变化的加速增加。应当理解,所示出的曲线图仅仅是示例。此外,可由检测系统20检测的每个预定义的事件可具有与其相关联的一个或多个唯一参数。

[0076] 为了减少与每个信号相关联的噪声,可调制光发射装置36,使得装置36选择性地操作来以特定图案生成调制光。在一个实施方案中,图案内的光可以在强度、宽度、频率、相位上改变,并且可包括离散脉冲或者可以是连续的。光的特定图案可被设计成具有期望的性质,诸如与自身的特定自相关或与第二特定图案的互相关。当光以特定图案发射时,散射回到对应的光感测装置38的光应当以基本上相同的图案到达。一个或多个特定且已知的图案的使用通过允许系统20减少整体噪声来提供增强的处理能力。噪声的这种减少在与信号处理相结合时可导致信噪比得到改善,并且检测到的假事件或状况的总数将会减少。可替代地或另外,可改善装置灵敏度,从而提高检测系统20的极限。类似地,通过使一个或多个第二图案互相关,可例如通过对所接收信号与一个或多个第二图案的各个互相关的贝叶斯估计来分辨传输信号或反射信号的特定原因。

[0077] 此外,对由光源36发射的光信号的调制可通过确定关于在由节点34接收的光信号中造成散射的事件或状况的更多信息来提供改善的检测。例如,这种调制可允许系统20更容易地分辨如图11A中所示的行走穿过邻近节点的指定区域的人员与邻近节点34的闷烧火。

[0078] 现在参考图12,在一些实施方案中,系统20包括一个或多个光学增强装置80,诸如带通滤波器、偏振器、抗反射涂层、波片和/或其他光学特征,以减少来自非事件信号或其他

非期望信号(诸如环境光,这种环境光来自日光或空间中的照明)的干扰,或者来自预定空间82中的固体对象的干扰。此外,光学增强装置80可用于减少从光源36传输的非期望波长和/或强度。在一些实施方案中,光学增强装置80放置在系统20中,位于光源36(在一些实施方案中为激光二极管)的下游和光敏装置38(在一些实施方案中为光电二极管)的上游。光学增强装置80被放置成使得散射并反射回到光敏装置38的光穿过光学增强装置80,以过滤或区分由于例如环境光、固体对象、臭虫、灰尘或水蒸汽而从其他信号感测到的事件或其他状况。

[0079] 如图12所示,在一些实施方案中,光学增强装置80位于光敏装置38处和/或是光敏装置38的部件,与光敏装置38成整体或嵌入光敏装置38内。此外,光敏装置38可被配置成使得光学增强装置80可容易地可移除和/或可替换为另一个光学增强装置80,以过滤或散布散射信号/反射信号中的不同状况。

[0080] 虽然在图12的实施方案中,光学增强装置80位于光敏装置38处或嵌入光敏装置38中,但在其他实施方案中,光学增强装置80位于其他位置处,诸如位于节点34处,如图13所示。这允许对光学增强装置80进行节点特定放置,使得不同的光学增强装置80可放置在不同的节点34处。此外,在一些实施方案中,可利用光学增强装置80的组合,诸如带通滤波器和偏振器的组合,来过滤或散布散射光/反射光的某些状况。此外,在其中节点34包括两根或更多根芯40、42的系统20中,光学增强装置80可位于一根单独的芯40、42处或位于两根或更多根芯40、42处。

[0081] 现在参考图14,在一些实施方案中,系统20包括聚焦或扩展光学元件,以在检测烟雾/气体或其他状况或事件时增大检测系统20的范围、灵敏度或视场。聚焦光学元件可放置在节点处或控制系统与纤维束之间,以通过使光会聚或准直来增大范围和灵敏度。此外,扩展光学元件可放置在类似位置处,以通过使光发散来增大节点的视场。通过举例的方式,光学元件可包括反射镜、聚焦透镜、发散透镜和扩散体,以及光学元件或其部件上的抗反射涂层的整合。

[0082] 如图14所示,光学元件可以是位于节点34处的一个或多个透镜84。透镜84减少从光源36发射的出射光束的发散,同时还增大了由节点34接受以便传输到光敏装置38的散射光的量。在一些实施方案中,透镜84在节点34处融合到芯40、42的端部,以减少光从透镜84面的散射,从而提高节点34的光收集效率。此外,在一些实施方案中,芯40、42可具有带透镜的且锥形的纤维,其不需要融合并且用作透镜84。在其他实施方案中,透镜84可被配置来减少光从透镜面的散射。此外,透镜84可包括诸如固态材料的光束转向特征,所述光束转向特征用于改变入射光的折射率以使光沿着芯40、42转向。光束转向特征还可以是光子集成电路,所述光子集成电路利用图案化硅来控制光的定向发射。

[0083] 现在参考图15,在一些实施方案中,光学元件可包括位于节点34处的抛物面反射镜86。抛物面反射镜86相对于节点轴线88偏离角度定位。如同透镜84一样,抛物面反射镜86减少从光源36发射的出射光束的发散,同时还增大了由节点34接受以便传输到光敏装置38的散射光的量。在一些实施方案中,抛物面反射镜86被配置成在系统20的操作期间绕旋转轴线旋转,以进一步增大节点34的覆盖区域。

[0084] 在一些实施方案中,可在节点34处利用透镜84和反射镜86二者。此外,虽然在图14和图15所示的实施方案中,在每个节点34处都利用光学装置,但在其他实施方案中,由于例

如限制将节点34放置在受保护空间中,可在所选择节点34处利用光学装置来向所选择节点34提供它们的益处,诸如增大所选择节点34处的检测范围。在其他实施方案中,可将光学元件放置在光源36或光敏装置处以增强检测系统50。

[0085] 除了烟雾或灰尘之外,系统20还可用于监视或检测污染物,诸如挥发性有机化合物(VOC)、颗粒污染物(诸如PM2.5或PM10.0颗粒)、生物颗粒和/或化学品或气体(诸如H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、CO<sub>2</sub>、CO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>等)。可由光源36传输多个波长,以使得能够同时检测烟雾以及单独的污染材料。例如,第一波长可用于检测烟雾,而第二波长可用于检测VOC。另外的波长可用于检测另外的污染物,并且将多个波长信息作为整体使用可提高灵敏度并且提供对来自错误源或危害源的气体种类的辨别。为了支持多个波长,可利用一个或多个激光器来发射几个波长。可替代地,控制系统可选择性地控制光的发射。利用系统20进行污染物检测可导致改善预定空间82中的空气质量以及改善安全性。

[0086] 在诸如图16A所示的一些实施方案中,光纤分支32各自通过联接件132可操作地连接到纤维束主干31,所述纤维束主干31可仅包括单根光纤芯。在一些实施方案中,联接件132是接头连接件、融合连接件或固态切换装置中的一个。利用联接件132允许在安装纤维束30后向纤维束30添加节点34,或者一旦安装光纤束30,就移除或重新定位节点34。因此,联接件132增大了纤维束30和系统20的灵活性。

[0087] 在诸如图16B所示的另一个实施方案中,第一光纤芯40可操作地联接到第一节点34,而第二节点34可操作地联接到第二光纤芯42。在这类实施方案中,第一光纤芯40用于从光源36传输光,而第二光纤芯42接收散射光并且向光敏装置38输送散射光。在一些实施方案中,将第一光纤芯40联接到第一节点34的第一联接件132a与将第二光纤芯42联接到第二节点34的第二联接件132b相同,而在其他实施方案中,第一联接件132a不同于第二联接件132b。

[0088] 此外,作为接头连接件、融合连接件、一个或多个固态切换装置的替代或补充,光学放大器96可沿着纤维束30放置,以放大穿过纤维束31行进的信号。光学放大器96可例如如图17所示位于节点34之间,或者位于光检测装置38与纤维束30之间。此外,在一些实施方案中,联接件132可沿着纤维束30位于其他位置处,例如位于纤维束30与光源36之间,和/或位于纤维束30与光敏装置38之间。

[0089] 现在参考图18,控制系统50被配置用于多个输入端和/或多个输出端,以便通过光纤电缆28和节点34传送信息。在一些实施方案中,多个输入端和输出端可包括互联网连接140、建筑物网络或管理系统142,和/或建筑物或封闭空间的消防控制板134。消防控制板134被配置用于与例如消防部门通信,且/或被配置成在由系统20检测到烟雾、火灾或其他物质的情况下,通过建筑物或空间传输警报。在图18所示的实施方案中,光纤电缆28进一步用于通过建筑物传送警报、警告和其他信息,诸如系统诊断信息。控制系统50能够测量预定区域82中的状况并且提供通信。例如,一旦控制系统50基于从一个或多个节点34接收的检测信号确定状况存在,控制系统50就将来自消防控制板134的一个或多个警报信号沿着光纤电缆28传输到建筑物或空间中的一个或多个警报单元138,所述一个或多个警报单元138基于所接收的警报信号引发警报或警告。控制系统50能够通过组合光的频率调制和幅度调制而在光纤束30中进行上述操作。在一些实施方案中,警告或警报是一个或多个可听见的声音,而在其他实施方案中,警告或警报是光或者光和声音的组合。此外,控制系统50可以

被配置成通过光纤电缆28和节点34发送和/或接收通信,以便经由沿着电缆32传输的调制光与空间中的一个或多个建筑物基础设施或局部装置通信。在一些实施方案中,这种通信经由Li-Fi协议进行。

[0090] 现在参考图19,示出其中定位有一个或多个电子部件124的外壳122,例如,服务器壳体。检测系统20与灭火系统126一起安装在外壳122中。灭火系统126可包括例如灭火剂供应装置128和一个或多个灭火剂出口130,所述一个或多个灭火剂出口130位于例如检测系统20的节点34处。检测系统20、灭火系统126和一个或多个电子部件124连接到检测系统20的控制单元52。在检测系统20的节点34处检测到火灾或烟雾的情况下,控制单元52触发灭火系统126来启动在节点34的位置处的灭火剂出口130,以便在外壳122中提供局部化灭火。此外,控制单元52可以命令将节点34区域中的电子部件124断电,以防止对具体电子部件124造成进一步损坏。诸如本文所述的经由检测系统20和灭火系统126进行的局部化检测和灭火对电子部件124提供保护,使其免受火灾和烟雾的影响,同时使灭火局部化以保护未经受火灾和烟雾的部件,使其免于暴露于灭火剂,从而减少对那些部件的损坏并且进一步降低事件后清理灭火剂的成本和费用。

[0091] 尽管仅结合有限数量的实施方案详细描述了本公开,但是应当容易理解,本公开不限于这类所公开的实施方案。相反,本发明可被修改以并入目前为止未描述、但与本公开的精神和范围相当的任何数量的变化、更改、置换或等效布置。另外,虽然已经描述了本公开的各种实施方案,但是应理解,本公开的方面可仅包括所描述的实施方案中的一些。因此,本公开不应被视为受到前述描述限制,而是仅受所附权利要求的范围限制。

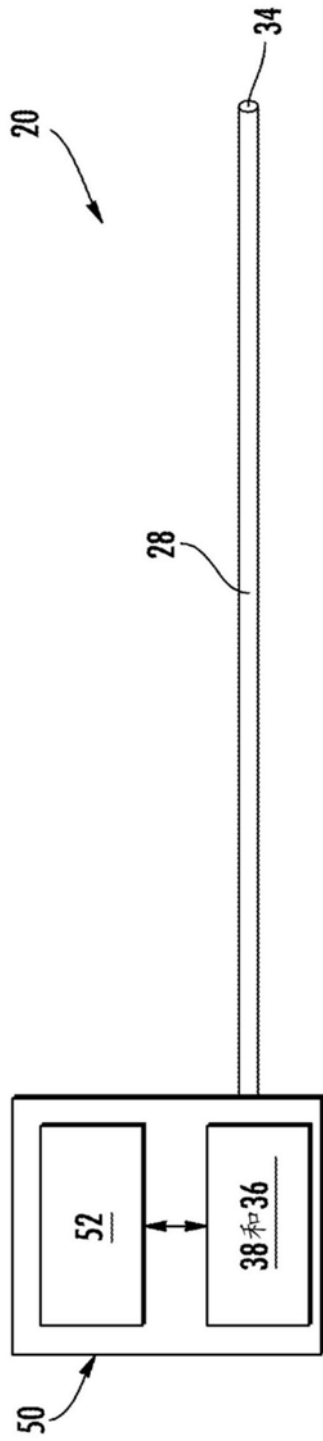


图1

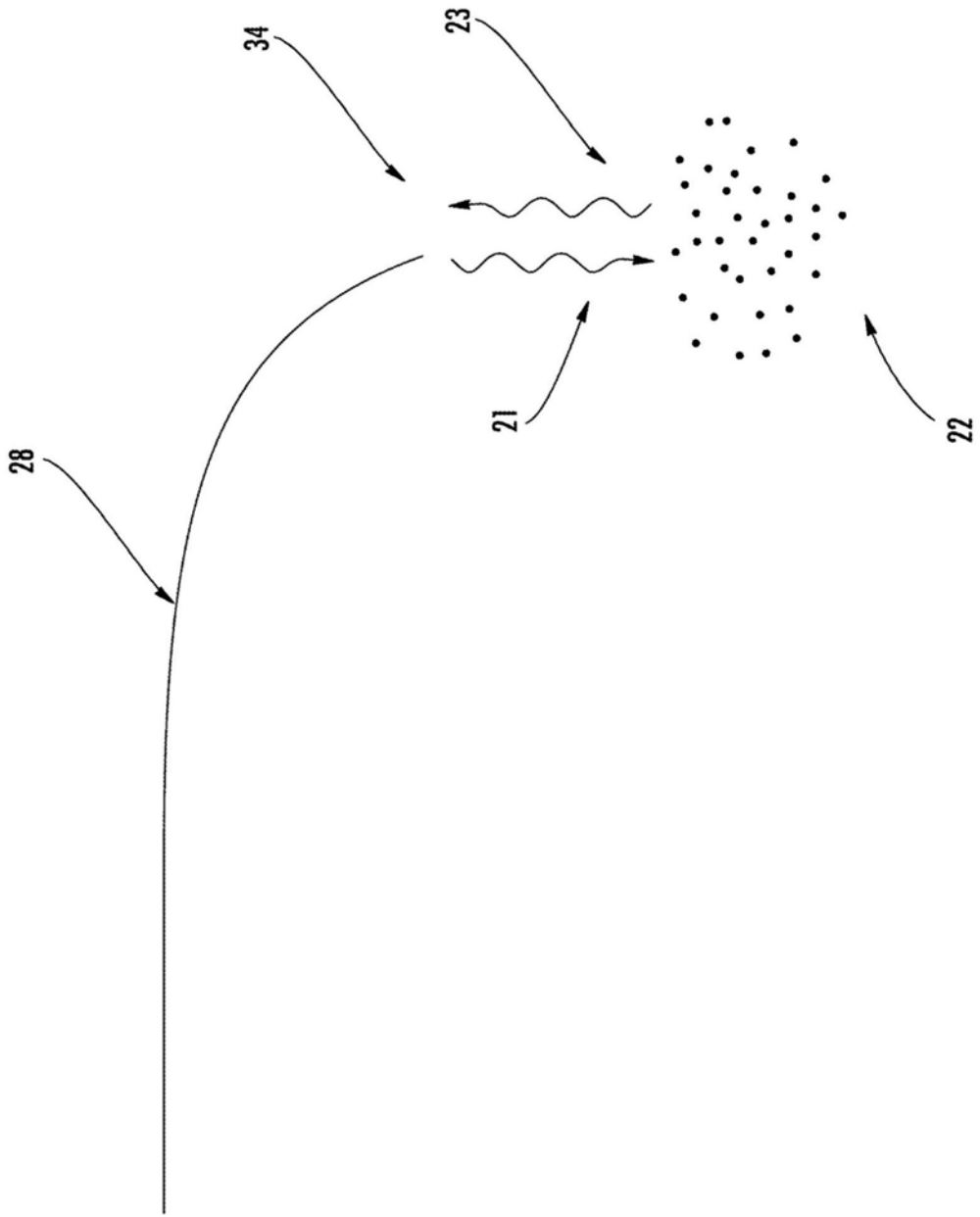


图1A



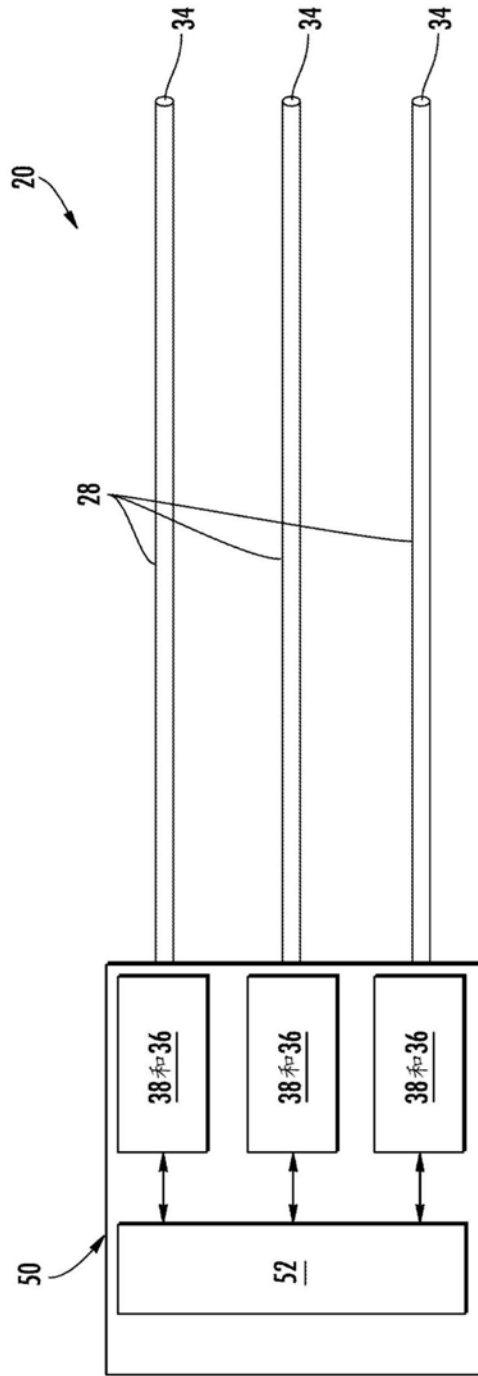


图2A

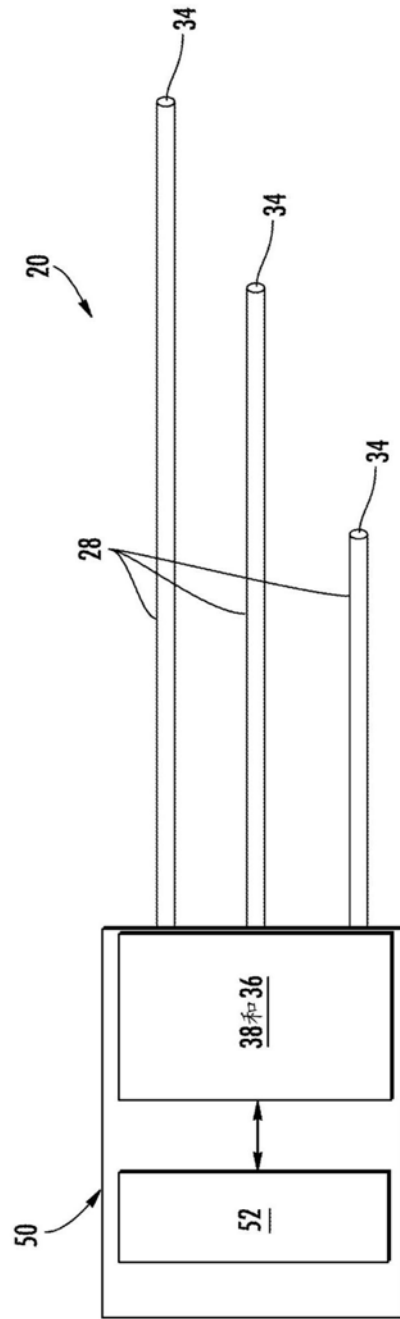


图2B

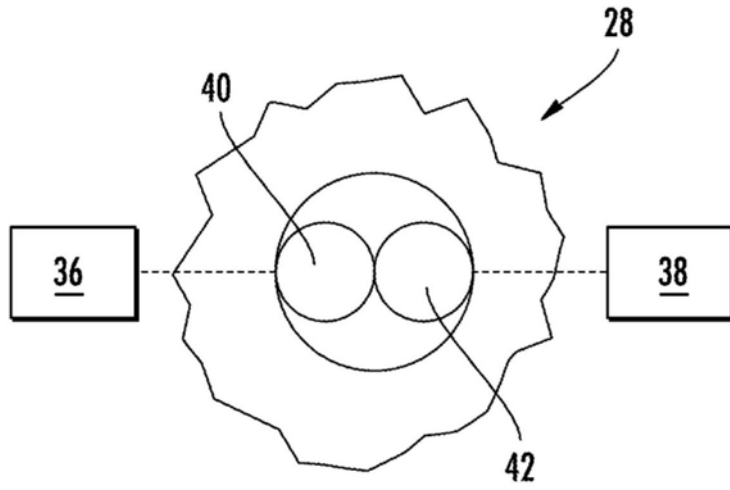


图3

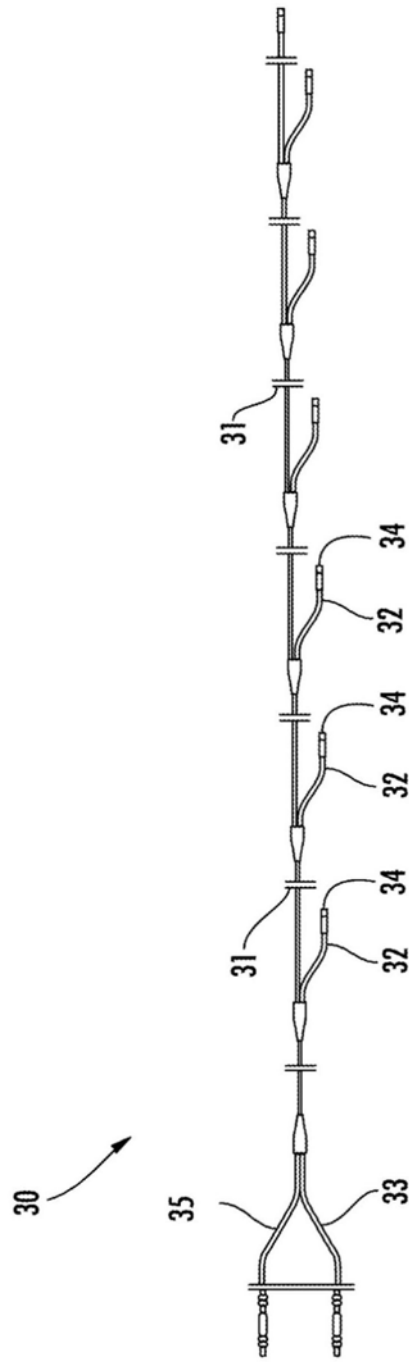


图4A

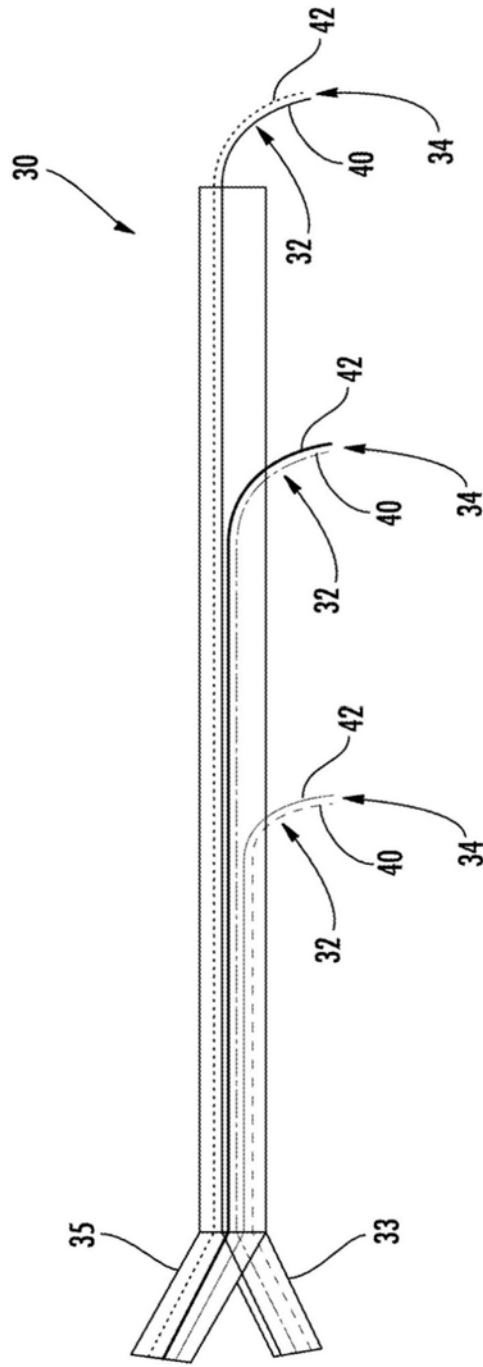


图4B

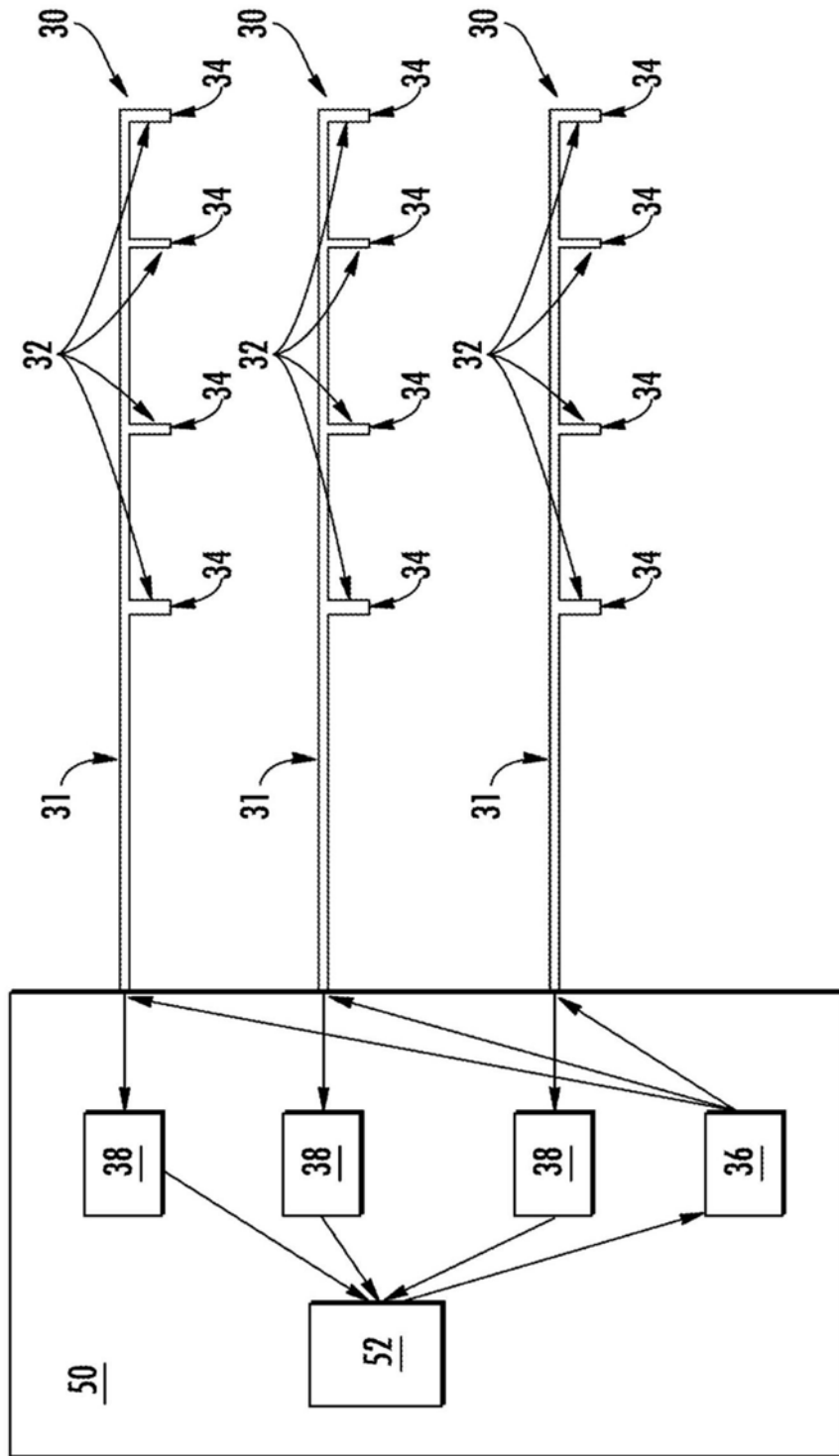


图5

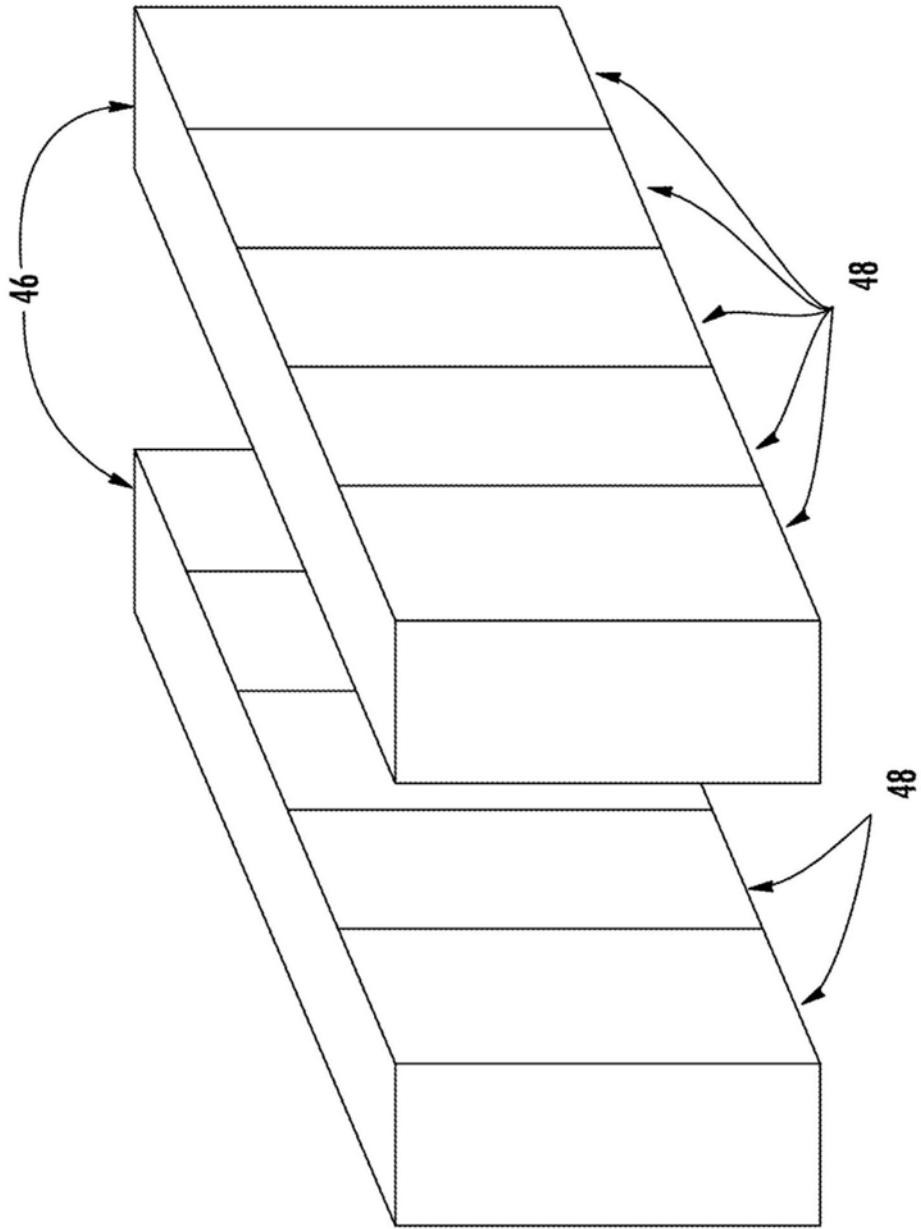


图6

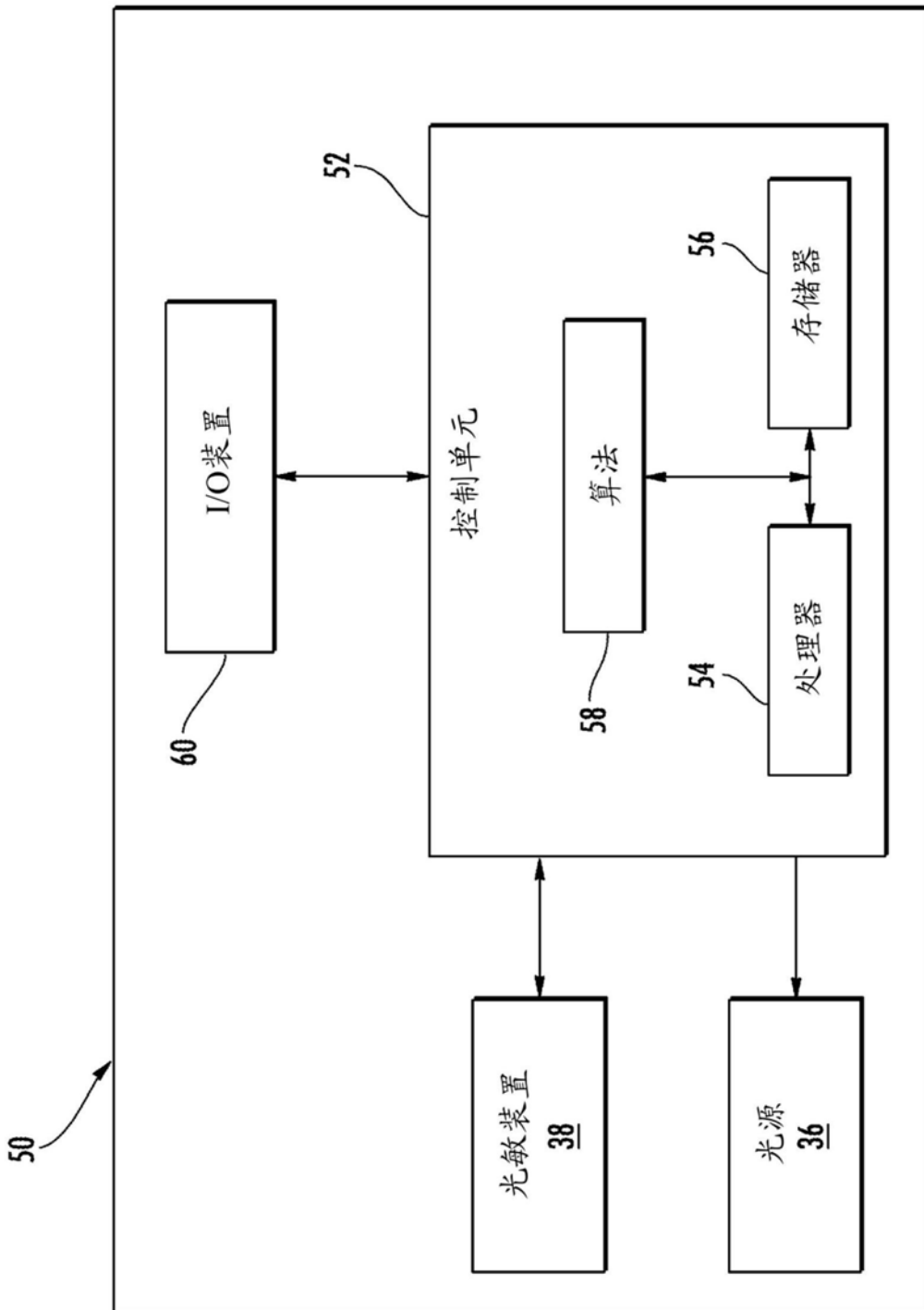


图7



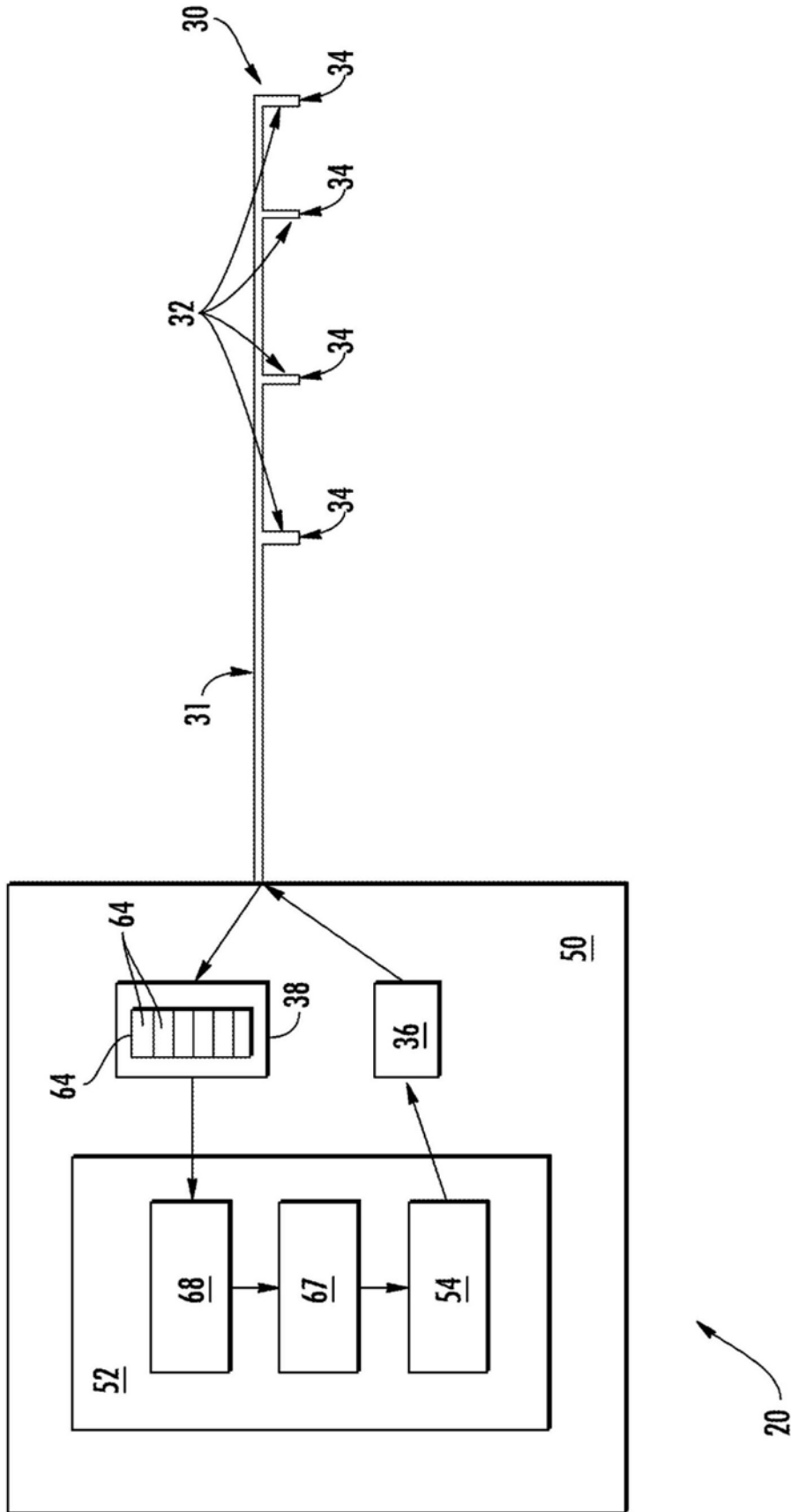


图8

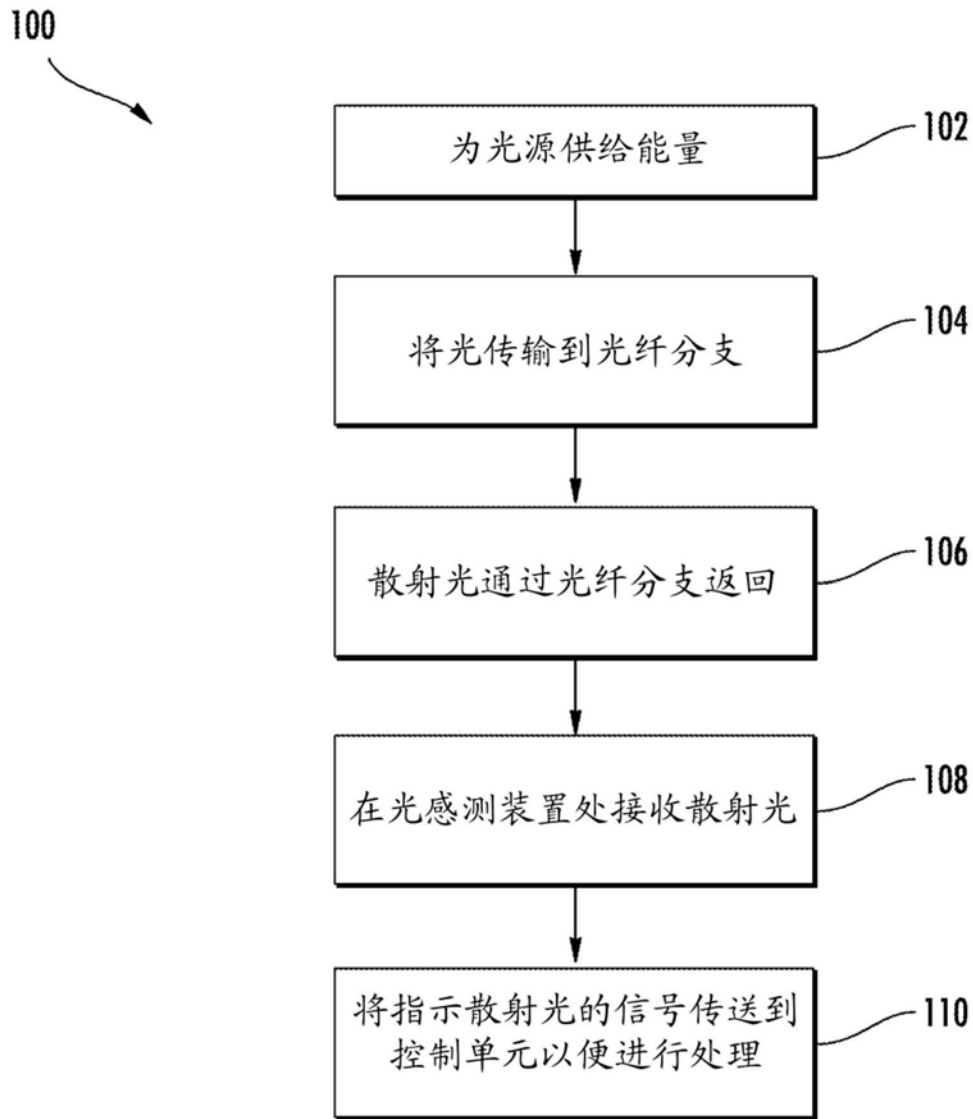


图9

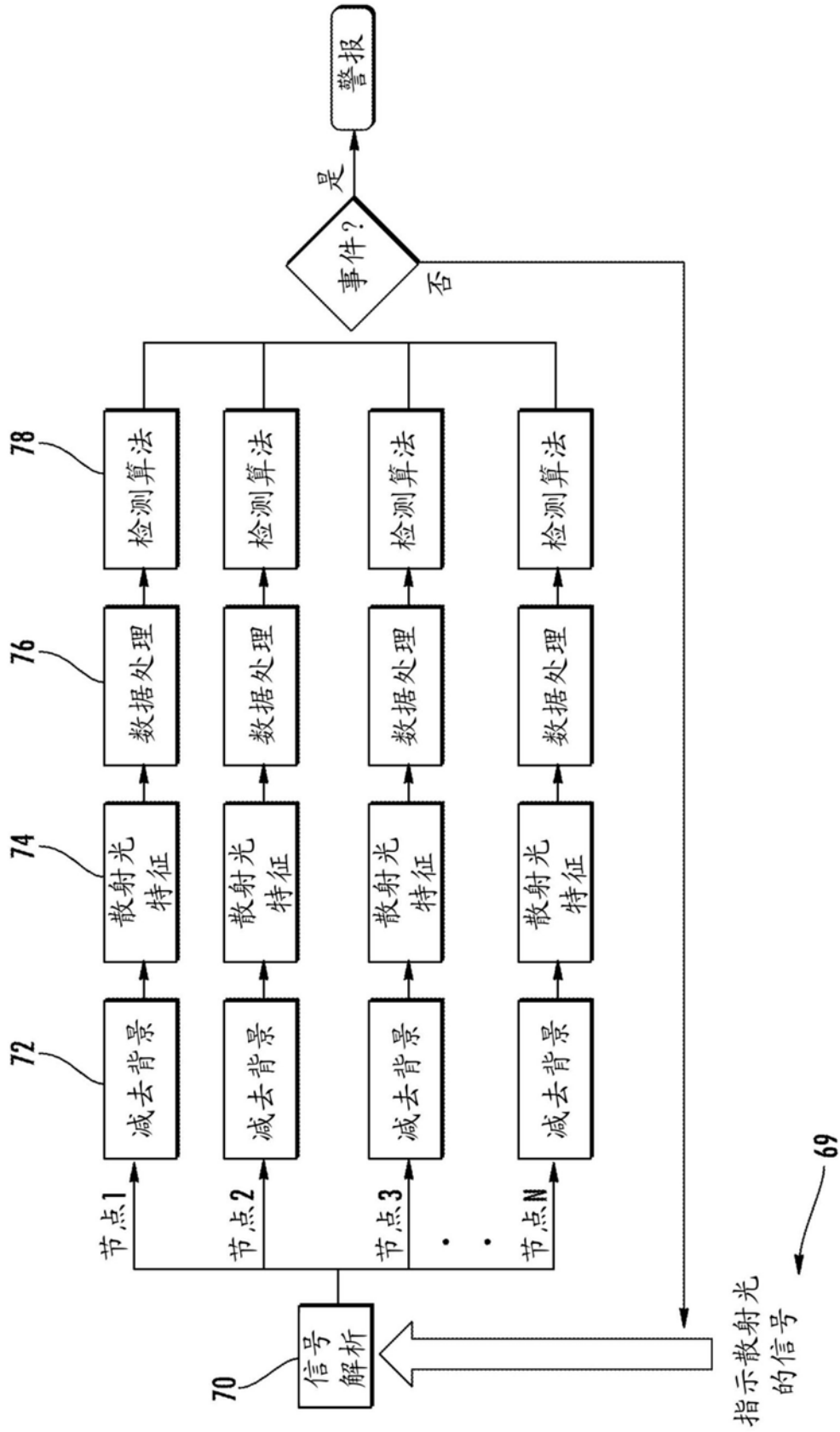
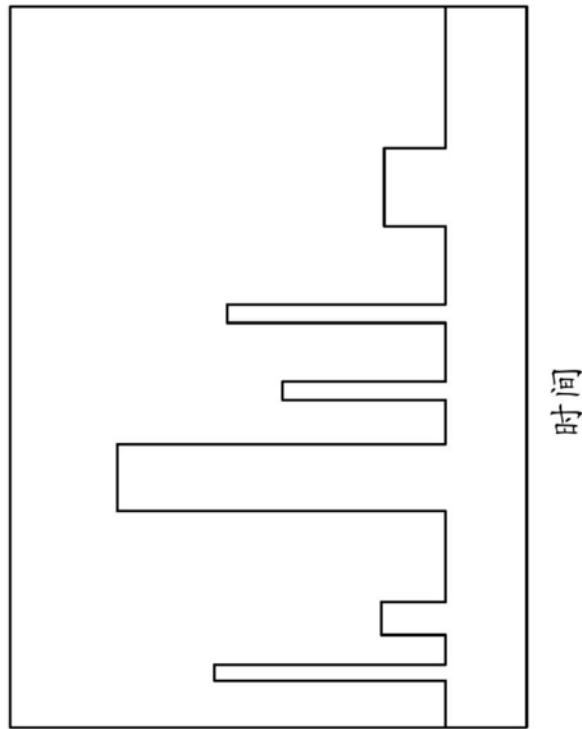


图10



散射光特征

图11A

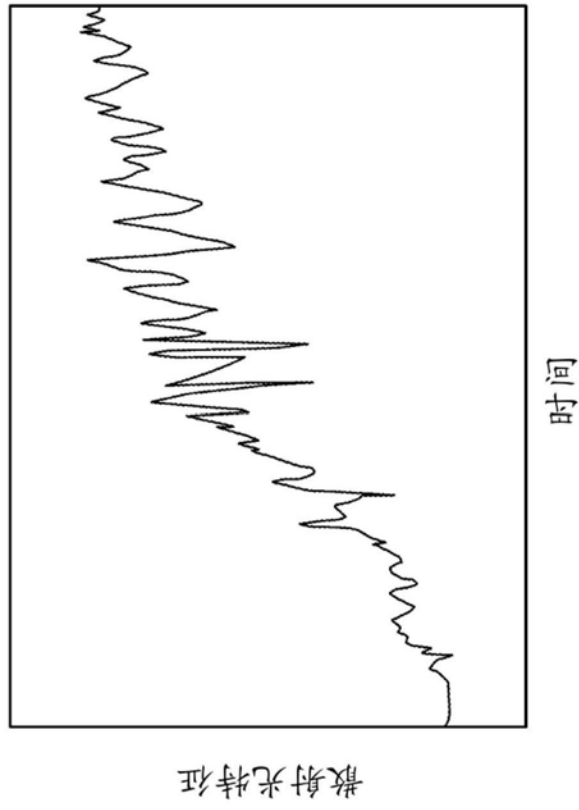


图11B

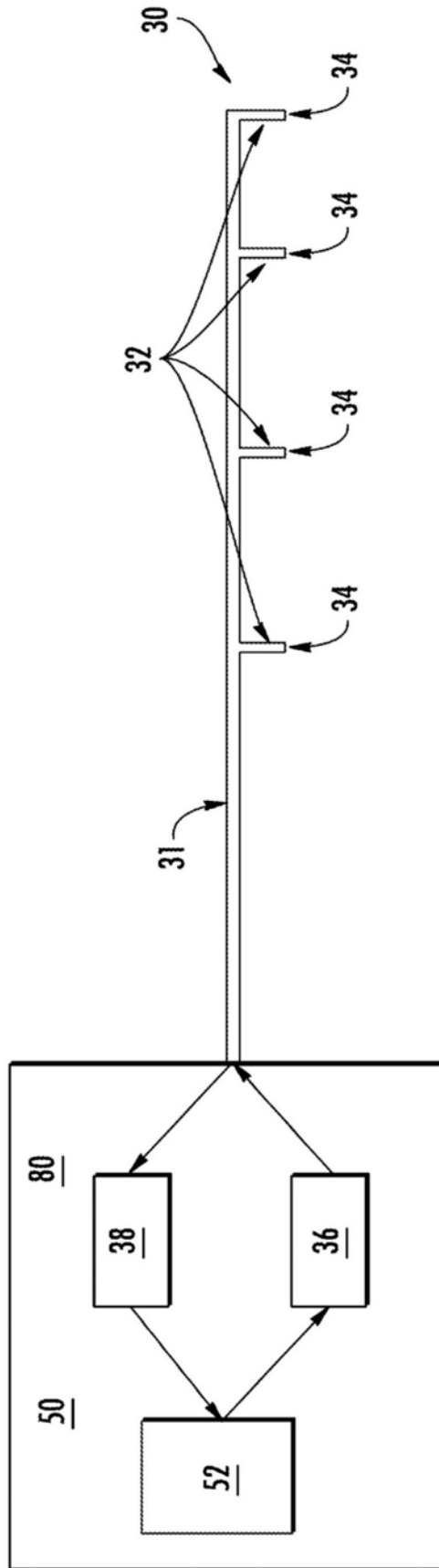


图12

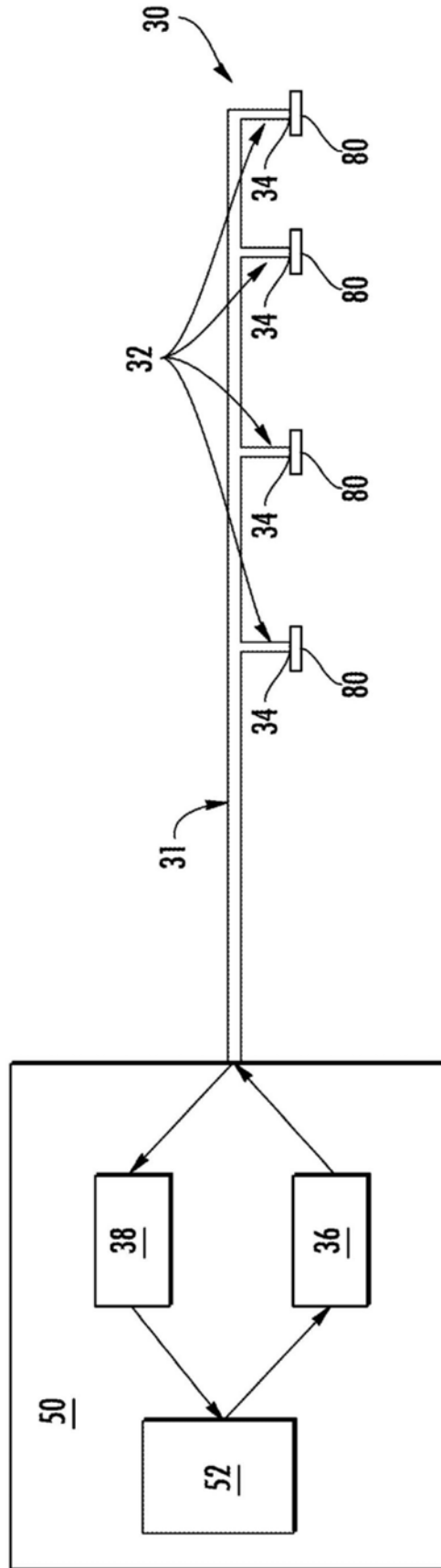


图13

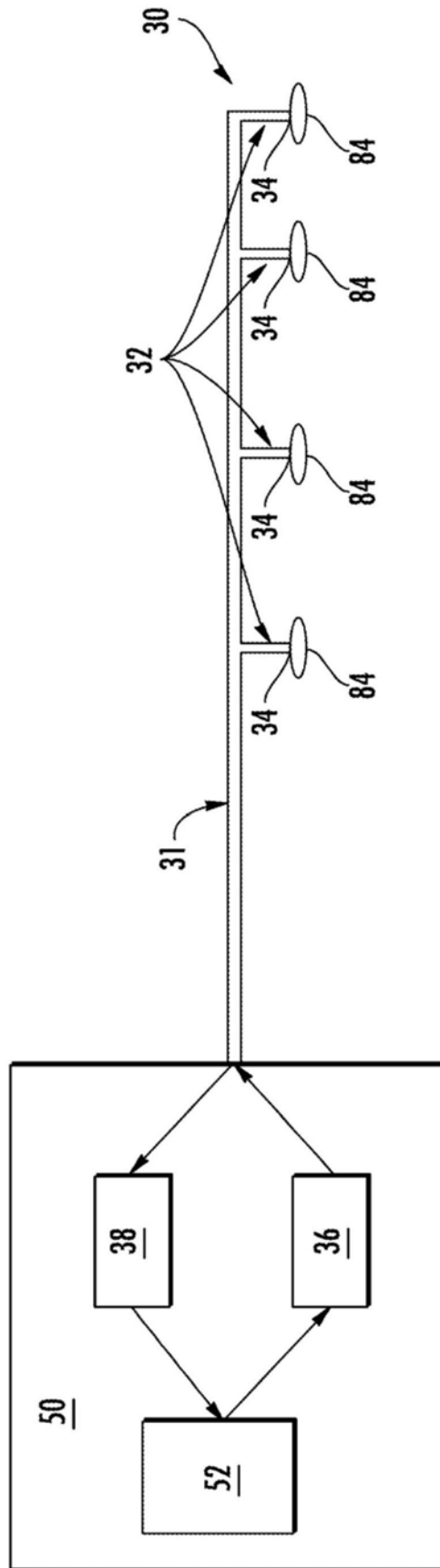


图14



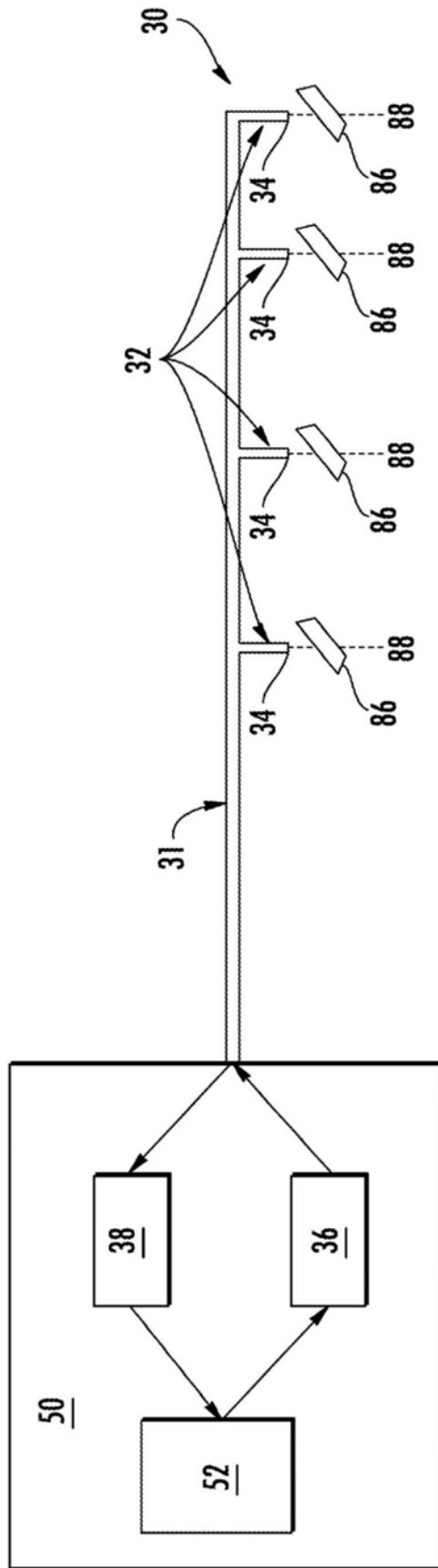


图15

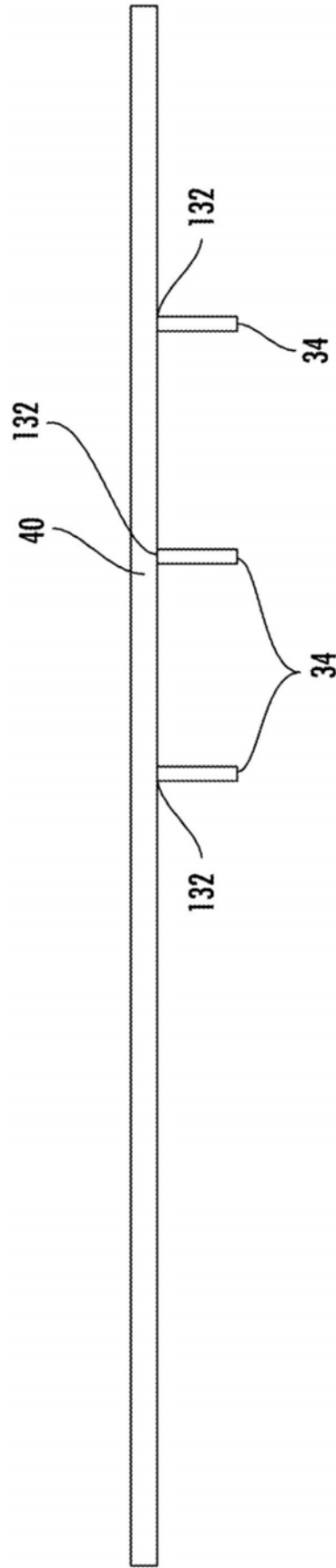


图16A

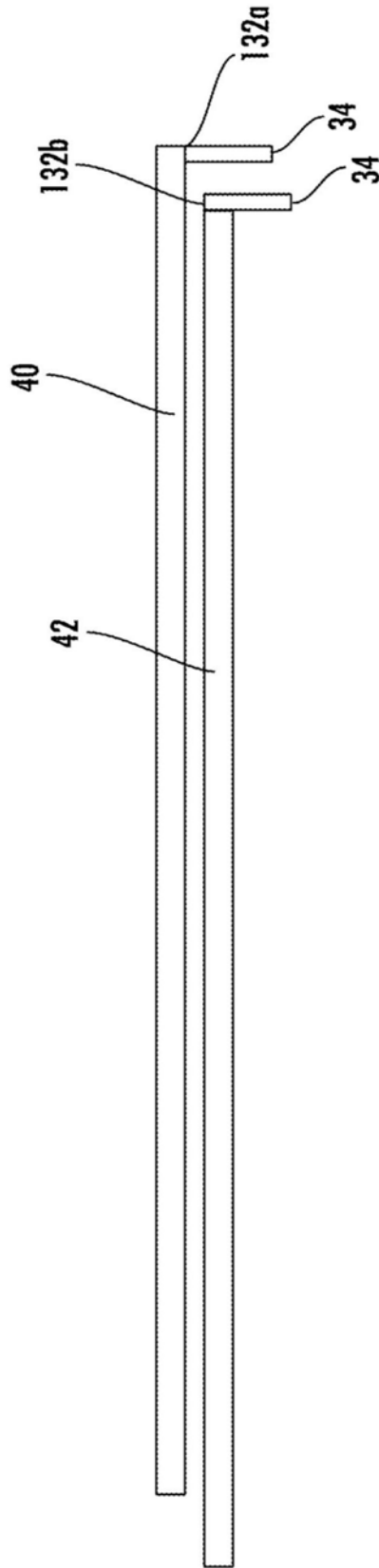


图16B

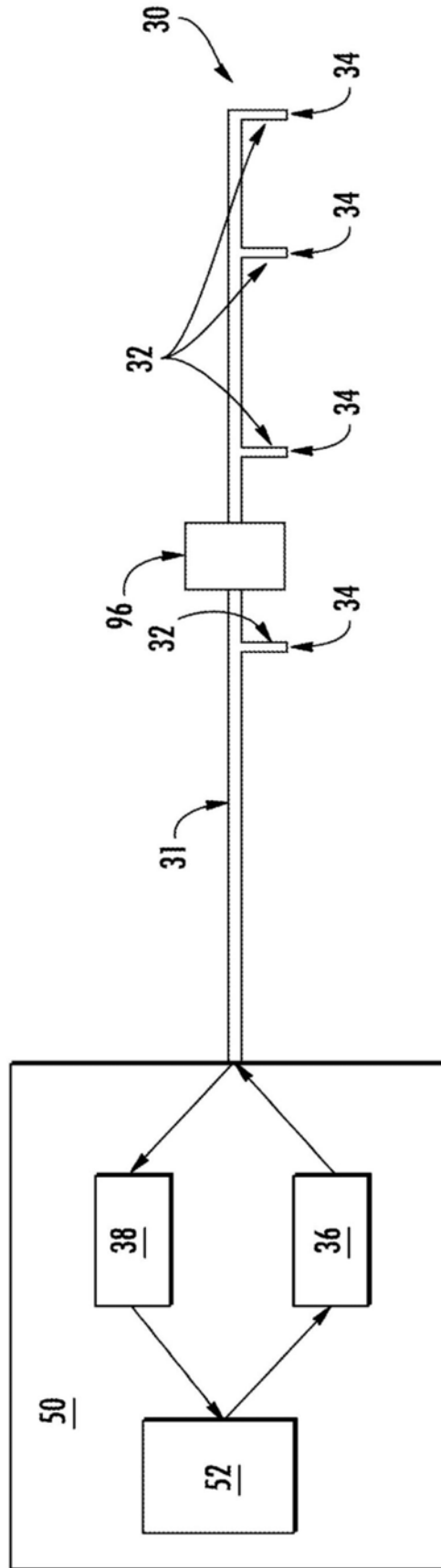


图17

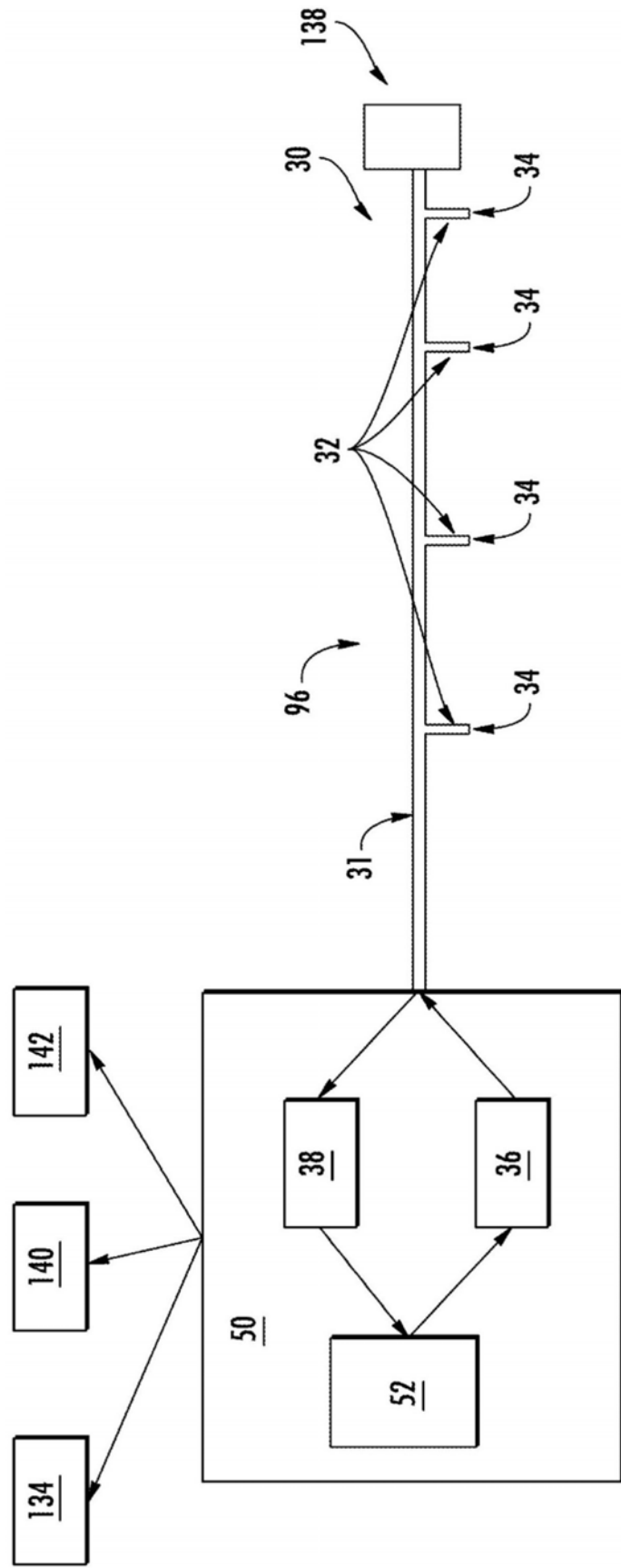


图18

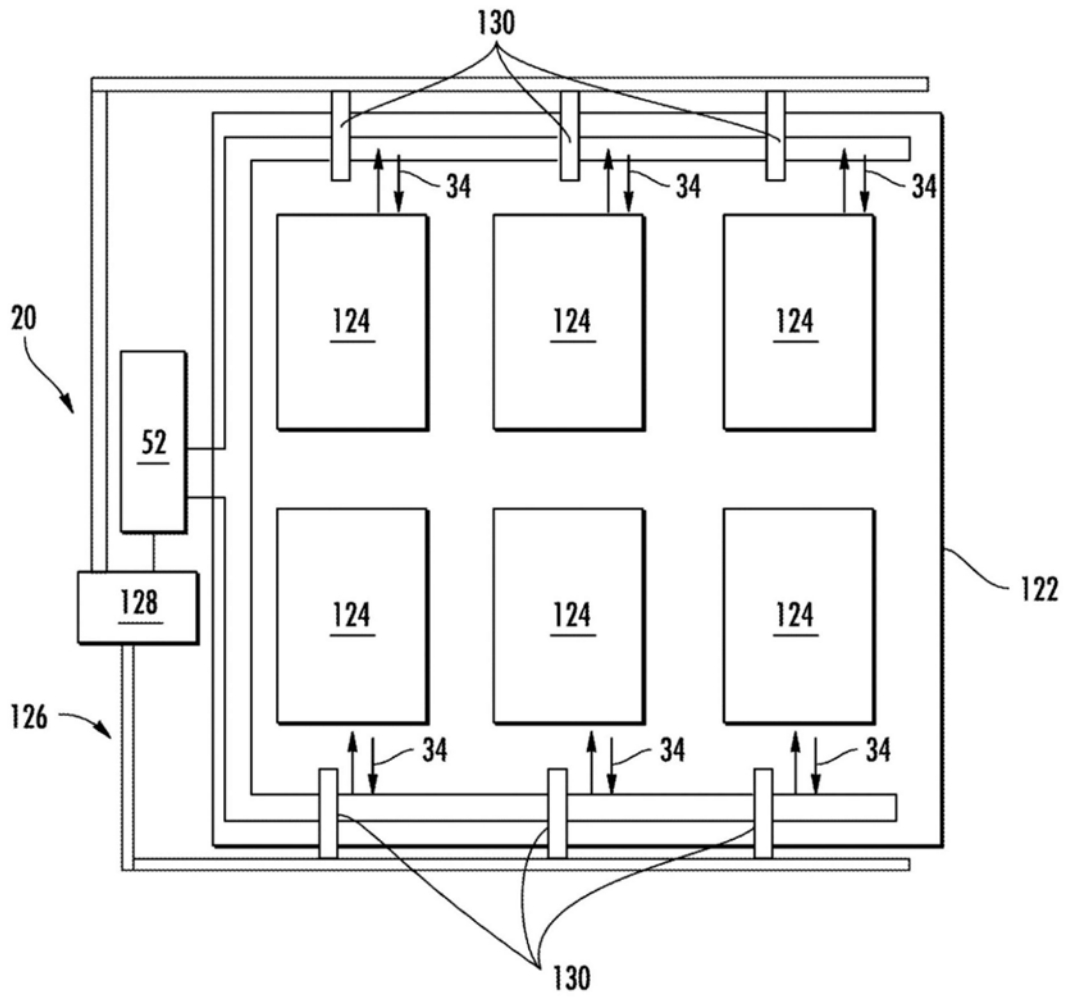


图19