



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105185026 B

(45)授权公告日 2018.09.11

(21)申请号 201510280542.3

(22)申请日 2008.11.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105185026 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据

2007906260 2007.11.15 AU

(62)分案原申请数据

200880124826.1 2008.11.14

(73)专利权人 爱克斯崔里斯科技有限公司

地址 巴哈马群岛拿索市

(72)发明人 罗恩·诺克司 凯末尔·阿贾伊

K·库珀

(74)专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

代理人 梁栋

(51)Int.Cl.

G08B 17/107(2006.01)

G01N 21/53(2006.01)

(56)对比文件

JP 2004257876 A, 2004.09.16,

DE 3641716 A1, 1988.06.16,

CN 101099186 A, 2008.01.02,

JP 2000019112 A, 2000.01.21,

US 6813303 B2, 2004.11.02,

审查员 许彦

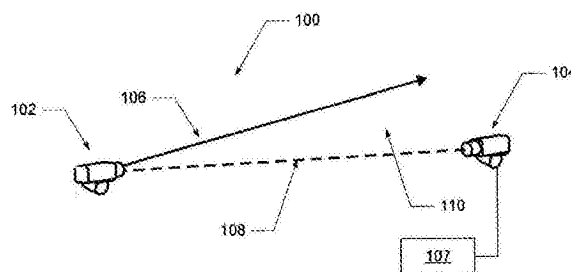
权利要求书1页 说明书51页 附图29页

(54)发明名称

颗粒探测

(57)摘要

颗粒探测系统(100),如动态视频烟雾探测系统,包括:至少一个照明装置(102),用于使辐射线(106)穿过至少部分受监测的空气体积(110);图像传感器(104),用以捕捉至少部分来自照明装置(102)的辐射线(106)的图像;和分析捕捉到的图像的装置(107),用来探测在所述体积内颗粒的存在。本发明描述了至少29个不同的、用于改进颗粒探测的敏感度、可用性和健壮性的方面。这些方面包括例如构造照明装置(102)以形成穿过所述空气体积(110)的光帘或快速扫射的光束,以及构造反射器以控制或改变从照明装置(102)反射的光束。



1. 一种确定在AVSD系统中光束的对准状态的方法,所述AVSD系统包括照明装置,所述照明装置用于发射光束穿过待监测的空气体积的至少一部分;图像传感器,所述图像传感器被放置为捕捉已经穿过所述待监测的空气体积的至少部分光束的图像;以及分析捕获的图像的装置,用来探测所述体积内颗粒的存在,

所述方法包括:

发出光束并发射所述光束穿过所述受监测的体积照射到反射目标上;

将光束扫过预定的、所述反射目标可能存在的区域;

在光传感器处接收被所述反射目标反射的至少部分所述光束,所述反射目标包括光学特性,所述光学特性包括用于形成由所述反射目标反射的光的可探测花样的装置,所述可探测花样是由所述反射目标的至少一部分的反射、折射和/或衍射特性所导致的;和

分析由于扫过所述光束而接收到的光,以识别所述反射目标上的反射的光花样特征;

至少基于探测到的光花样确定所述光束的对准状态。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

扫过所述光束包括将光束扫过所述目标处上预定的角度范围、或者预定的线形范围或区域。

3. 根据权利要求2所述的用在AVSD系统中的方法,其中所述花样包括如下花样中的任意一种或多种:

线形花样、光栅花样、螺旋花样。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述AVSD系统具有光源配置方案,包含被构造为在第一方向上发出光束的发光元件和被放置为反射由所述发光元件发出的至少部分光束的反射器,所述发光元件和反射器被安装为使所述发光元件和反射器的相对取向是可变的以控制由反射器反射出的光束。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述AVSD系统被构造为探测空气体积中的颗粒,所述系统包括:

照明装置,包括如权利要求4所述的光源,用于发射辐射线使其穿过所述受监测的空气体积;

图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;

分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括:基于确定的对准状态改变由系统所发出的光束的对准状态以使所述光束以预定的方式对准。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述AVSD系统包括光学组件,包括:

包含暴露的光学表面的光学配件,光穿过所述光学表面;

适于至少周期性地移过所述光学表面的可移动元件。

颗粒探测

[0001] 本申请是申请日为2008年11月14日、申请号为200880124826.1、发明创造名称为“颗粒探测”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及可用于颗粒探测系统的系统和方法。本发明的优选实施方案涉及适于探测烟雾的系统和方法,更特别涉及可用于动态视频烟雾探测的系统和方法。虽然便于在本文中描述本发明,但本发明不应被视为受限于示例出的应用领域中。

背景技术

[0003] 动态视频烟雾探测(AVSD)是艾克利斯公司(Xtralis Pty Ltd)为使用视频分析技术探测空气体积中的烟雾的颗粒探测系统(最优选烟雾探测系统)创造的新名词,所述空气体积被例如激光器或其它电磁(EM)辐射源主动照明。

[0004] 在VFS Technologies Pty Ltd申请的国际专利公开WO 2004/102498和WO 2006/001723中描述了进行AVSD的系统和方法,上述文献的内容通过引用全部并入本文中。

[0005] 在那些文献中公开的基础系统中,激光束穿过受监测的空气体积。放置图像传感器以使其能够捕捉至少部分所述光束的图像。对捕获的图像进行分析,以通过确定在图像中捕捉到的散射EM辐射水平来确定在所述体积中烟雾的存在。

[0006] 正如在上述专利公开文献中提到的那样,这样的系统可能面临的一个问题是除了烟雾之外的物体也可能进入所述光束或所述图像传感器的视场。这可能造成多种影响。首先由于与烟雾的效果相似,可能引起虚警(false alarm)。第二,侵入物可能通过封锁受监测的体积的光束的路径或通过封锁所述图像传感器对部分光束的视野从而阻止系统探测烟雾。第三,当人(或动物)经过所述光束时可能是不安全的。因此,这样的系统需要既能防止物体侵入所述光束又能在这样的侵入现象发生时改善对系统造成的负面影响的机构和方法。

[0007] 需要考虑的另一个问题是这种系统的装配和维护。AVSD系统一般具有EM辐射源,所述EM辐射源发射EM辐射线使其通过一段延伸的距离。在大部分情况下,系统组件需要在该延伸的距离的范围内精确地对准。组件的对准需要在调试中以及在所述系统的工作过程中周期性地地进行以保证正常工作。

[0008] 由于控制空气体积(例如大面积、高顶封闭区域如门廊等)中的环境使其适于使用AVSD系统是相对困难的,因此,AVSD系统必需足够健壮以应付宽范围的环境。例如,这样的环境经常具有宽范围的可能的背底光强度,例如白天和夜晚的光强度差异,也可能具有迅速波动的背底光强度。

[0009] 因此,需要改进AVSD系统的敏感度、可用性和健壮性的方法和系统。本发明的实施方案的其它目的和方面将通过以下的描述变得显而易见。

[0010] 本发明人不认为本说明书中的所有信息均为普通常识,或能够合理预见本领域技术人员在本申请的优先权日时就已经确定、了解本说明书中的所有信息、认为本说明书中

的所有信息均与现有技术关联或以任何方式结合了本说明书中的任意信息。

发明内容

[0011] 在本说明书中,AVSD系统指的是适于直接探测在受监测的体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包含:至少一个照明装置(也被称作初级光源),用于使辐射线穿过至少部分所述受监测的空气体积;图像传感器,用以捕捉来自照明装置的至少部分辐射线的图像;以及分析捕获的图像的装置,以基于在图像中捕获的辐射线来探测在所述体积内颗粒的存在。

[0012] 术语“光”应被理解为包括任意波长的电磁(EM)辐射,包括EM谱中可见光谱和不可见部分的辐射,如红外线、紫外线或更长或更短波长的波带。在一些实施方案中,使用的光将限制为窄波带,而在其它一些实施方案中,所述光会覆盖宽的波带宽度。

[0013] 所述辐射线可为任意的几何形状,包括准直的、平面的、发散的。

[0014] AVSD系统可包括多个初级光源和/或多个传感器,被配置为从不同的角度监测所述体积。AVSD系统可另外包含一个或更多个次级光源,用于除了初级颗粒探测之外的目的。

[0015] 所述初级光源可为激光器、激光二极管、LED或其它足够强的光源。在一些实施方案中,光源产生相干光是有利的,但是在所有实施方案中可能不是必需的,甚或都是不希望的。

[0016] 光传感器可为视频摄像机或类似物,或专门制造的光传感器,所述专门制造的光传感器包括用于将接收到的光信号转换成电信号的装置和任选的与之相伴的光接收光学器件。在本发明的某些实施方案中,所述光传感器可另外包含一个或多个滤波器或偏振光学器件。

[0017] 在本发明书和权利要求书中,术语“感兴趣区”用来指初级光源发出(无论是直接发出还是通过反射发出)的光与相应的传感器的视场交叉的区域,所述传感器接收来自此区域的散射光。

[0018] 所述AVSD系统的光源可包括一个或更多个适于使所述光源发出的光具有一种或多种预定特性的光学组件。例如,所述光学组件可包括准直器、聚焦或散焦透镜、镜、棱镜或类似物,这些光学组件被构造为赋予发出的光束预定的特性。

[0019] 在一个优选形式中AVSD系统为烟雾探测器。

[0020] 在第一方面,本发明提供了一种被构造为用于探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包含:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内存在的颗粒;光源,被构造为用于照明表面从而为所述受监测的体积的至少扩展的部分提供背底;以及光传感器,适于接收从背底表面反射的光;用于分析所述光传感器的输出的装置,以确定背底表面上投影的存在。

[0021] 优选所述用于确定阴影的存在的装置包括用于储存预先记录的参比图像的装置和用于将所述光传感器的输出与所述预先记录的参比图像进行对比从而确定阴影的存在的装置。

[0022] 优选所述系统包括用于在探测到阴影时指示故障状态的故障提示装置。所述故障提示装置包括用于确定故障状态持续时间的装置,其中所述系统被构造为在故障状态持续

了预定的持续时间后指示故障状态。

[0023] 在本发明的一些实施方案中,所述表面可用非准直的或发散的光束照明。被构造为照明表面的光源可另外用于颗粒探测。所述光源能够发出准直辐射线射入所述体积,并扫过所述体积以照明所述表面的扩展部分。所述光源可发射非准直的或发散的光束。

[0024] 在第二方面,本发明提供一种用于识别在AVSD系统的光传感器的至少部分视场内物体的存在的方法,所述方法包括:

[0025] • 照明所述光传感器视场内的至少部分表面;

[0026] • 分析所述光传感器的输出以确定表面照明的变化;和

[0027] • 当所述光传感器的输出满足一项或多项预设的标准时识别出存在物体。

[0028] 所述分析光传感器的输出的步骤可包括:将光传感器的输出与光传感器的参比输出进行比较。

[0029] 优选所述分析步骤包括:确定在光传感器的输出中存在至少一块在所述参比输出中不存在的阴影。

[0030] 在本发明的一些实施方案中,可使用非准直或发散的光束照明所述表面。或者,准直的光束和方法包括:将所述光束扫过所述表面以照亮宽阔部分的所述表面。

[0031] 在另一个方面,本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:初级照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;初级图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;所述初级照明装置和初级图像传感器设置在所述受监测的体积的非相对侧;至少一个反射器,被构造为使所述初级光源发出的光射向预定的目标位置以使光路穿过至少部分所述受监测的体积;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在。

[0032] 在另一个方面,本发明提供一种AVSD系统,包括被构造为探测空气体积内的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:

[0033] 初级光源,安装在所述受监测的体积的第一侧并被构造为发射辐射线;反射器,被构造为接收所述初级光源发出的入射光束并反射反射光束,所述反射器被放置为使至少所述反射光束穿过所述受所述系统监测的体积;以及光传感器,被安装为使其能够在前向散射几何条件下接收从反射光束散射的光;用于分析所述光传感器的输出的装置,以基于散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在。

[0034] 优选所述初级光源和初级光传感器位于所述受监测的体积的同侧。

[0035] 所述初级光源和初级光传感器可基本位于同一位置。所述初级光源和初级光传感器也可以安装在同一机壳内。

[0036] 优选所述初级光传感器的视场包含至少部分入射到反射器上的光束和反射光束。所述初级光传感器的视场可包含预定的目标位置。

[0037] 所述反射器可包括多个反射面。所述反射器优选为适于以相对于入射光束基本固定的角度反射光束的角反射器。

[0038] 无论是所述光源还是一个或多个所述反射器均可为可控制的,以改变所述入射光束或反射光束路径。

[0039] 所述系统可进一步包含被放置为接收所述反射光束的第二光传感器。

[0040] 优选至少部分所述反射光束穿过受监测的体积。

[0041] 在另一方面,本发明提供一种包含在被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统内发出辐射线的标志光源的AVSD系统,所述系统包括:照明装置,用于发出至少一束辐射线使其穿过所述受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在;其中在所述系统中至少一束所述辐射线为标志光束,所述标志光束使所述光传感器能够确定光束穿过基本不存在会被所述系统探测到的颗粒的体积的路径。

[0042] 优选所述系统包含发出标志光束的第二光源。优选所述标志光束包括一种波长组分,所述波长组分在比那些能被所述系统探测到的颗粒更小的颗粒上产生在所述光传感器的光接收波段范围内的波长的散射。

[0043] 所述标志光束可为短波光束。所述标志光束可为一束蓝光或紫外光。所述标志光束可为初级光源产生的光束。

[0044] 在另一个方面,本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:照明装置,用于发射至少一束辐射线使其穿过所述受监测的空气体积,所述至少一束辐射线包含两种或更多种波长组分;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在。

[0045] 优选可以确定来自至少两种波长组分的散射信号。

[0046] 可对所述有至少两种波长的散射信号进行处理以确定与所述受监测的体积内的颗粒尺寸分布相关的数据。

[0047] 所述标志光束可在电磁谱的可见波段内。

[0048] 所述系统可包含至少一个发射光束的初级光源,所述初级光源与所述标志光束的源之间具有已知的位置关系。

[0049] 所述系统可包含发射用于探测颗粒的第一光束的初级光源和用于产生所述标志光束的标志光源,其中所述初级光源和标志光源以预定的位置关系安装在普通机壳中。

[0050] 所述标志光束和初级光束可以以下关系之一配置:两条光束是共轴的;两条光束是平行的。

[0051] 所述初级光束可在电磁谱的可见波段之外。可间歇性地点亮所述标志光源。

[0052] 在另一个方面,本发明提供一种用于颗粒探测系统的光源配置方案,包含被构造为在第一方向上发出光束的发光元件和被放置为反射由所述发光元件发出的至少部分光束的反射器,所述发光元件和反射器被安装为使所述发光元件和反射器的相对取向是可变的以控制由反射器反射出的光束。

[0053] 优选所述发光元件与反射器的相对取向在两个维度上是可变的。

[0054] 所述光源配置方案可进一步包含被构造为接收光束的光传感器。优选所述光传感器的安装位置与所述反射器位置的相对关系使所述光传感器接收的光束在所述反射器处反射。

[0055] 本发明的另一方面提供了一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:照明装置,包括如权利要求1-4中任意一项所述的光源,用于发射辐射线使其穿过所述受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存

在。

[0056] 所述系统可进一步包括反射目标,所述反射目标被配置为反射至少一束从所述光源发出的光束。

[0057] 所述反射目标包括向后反射部件,所述向后反射部件被构造为使光束的反射路径与其入射到所述向后反射部件上的路径基本相反。所述系统可包含次级光源,将所述第二光源放置为使其与所述光源配置方案之间具有已知的物理关系。

[0058] 在另一方面,本发明提供一种确定在AVSD系统中光束的对准状态(alignment)的方法,所述方法包括:发出光束使其穿过受监测的体积;将光束扫过预定区域;在光传感器处接收至少部分所述光束;以及基于接收到的光的至少一个测得的参数确定所述光束的对准状态。

[0059] 所述测得的参数可包含以下特征中的一项或多项:光强、斑点尺寸、接收的总辐照度、光强花样。

[0060] 所述方法优选包括使反射器朝着光传感器向后反射回来至少部分光束,以使出射光束或反射光束均穿过所述受监测的体积。

[0061] 所述扫射光束的步骤可包括:将光束扫过目标上预定的角度范围或预定的线形范围或区域。

[0062] 所述方法可包括以下步骤:分析扫过光束时得到的接收到的光,以识别作为构成AVSD系统的一部分的反射器的反射特征的光接收花样。

[0063] 所述反射器可包含赋予它的光反射至少一种可探测的特征的光学特性。例如所述反射器的光学特性可包括用于形成由所述反射器反射的光的可探测的花样的装置,所述花样是由至少部分反射器的反射率、折射和/或衍射特性形成的。

[0064] 优选所述可探测的花样由以下中的任意一项或多项造成:反射器各处反射率的变化;条形码;花样;全息图;已知的反射谱。

[0065] 所述方法接下来可包括:基于确定的对准状态改变光束的对准状态以使所述光束以预定的方式对准。

[0066] 所述将光束扫过预定区域的步骤可包括:以预定的花样扫射光束。例如,所述花样可为线形花样、光栅花样、螺旋花样或其它花样。

[0067] 在另一个方面,本发明提供一种确定在AVSD系统中光束的对准状态的方法,所述方法包括:用光传感器探测由初级或次级光源发出的光,并基于接收到的光的至少一项测得的参数确定所述光束的对准状态。

[0068] 所述测得的参数可包括以下特征中的任意一项或多项:光强、斑点尺寸、接收的总辐照度、光强花样。

[0069] 所述用光传感器探测初级或次级光源发出的光的步骤包括:将上述任一光束以预定的花样扫过光传感器。例如,所述花样可为以下花样中的任意一种或多种:线形花样、光栅花样、螺旋花样或其它花样。

[0070] 所述方法接下来可包括:基于确定的对准状态改变系统发出的光束的对准状态,以使所述光束以预定的方式对准。

[0071] 在另一方案中,本发明提供了一种颗粒探测系统,所述颗粒探测系统包括:初级光源;至少一个光传感器,被构造为探测从所述初级光源发出的光束散射的光;和反射器,被

构造为使至少部分来自所述初级光源的光束朝着所述光传感器反射并穿过受监测的体积，其中所述反射器被构造为使被其反射后的光束的方向能够发生改变。优选可绕至少一个轴控制所述反射器。优选可绕2个轴控制所述反射器。所述初级光源可包括光束对准机构以使发出的光束的对准状态能够发生改变。

[0072] 本发明还可提供一种用在AVSD系统中的方法，所述方法包括：将由光源发出的光束在第一预定偏差范围内对准反射器；在第二预定偏差的范围内朝预定点反射所述光束。

[0073] 所述方法可包括：移动所述光源以使所述光束对准反射器和/或移动所述反射器以使所述光束对准所述预定点。所述第二预定偏差可比所述第一预定偏差更严格。

[0074] 在另一方面，本发明提供一种用在AVSD系统中的方法，所述方法包括：探测在一段时间内存在的散射光；分析在至少部分所述体积的范围内感受到的光的至少一项特征，以确定所述光是否被受监测的体积中的固体物质或颗粒散射。

[0075] 所述方法可包括：分析依赖于位置的散射特性以确定所述光是否被固体物质或颗粒散射。

[0076] 所述方法可包括：分析接收到的光的经时或空间强度特征，以确定固体物质的存在。所述方法还可包括：分析探测到的光以识别标示出固体物质边缘的探测到的光的特征。所述方法可进一步包括：将来自初级光源的光束扫过延伸部分的所述体积，并探测从扫过的光束散射的光。

[0077] 所述方法可包括：重复上述步骤中的任意一步或多步，以确认已探测到固体物质的边缘。

[0078] 所述方法可包括：当探测到固体物质时指示故障。

[0079] 在另一方面，本发明提供一种用在AVSD系统中的方法，所述方法包括：调节光源发射强度和调节相应的传感器的敏感度，从而使得当发出的光强度到达峰值时，所述光传感器的敏感度从峰值下降。

[0080] 在另一方面，本发明提供一种监测AVSD系统的光学组件表面上的障碍物的方法，所述方法包括照明所述表面附近的区域以照明所述光学组件表面上的障碍物；探测被照明的障碍物反射的光。

[0081] 在另一方面，本发明提供一种颗粒探测系统，所述系统包括：初级光源，用于发出辐射线并将其射入受监测的体积；用于确定从所述初级光源接收到的、穿过所述受监测的体积后的光的强度的装置；以及监控系统，适于基于确定的光强确定所述光束是否至少部分被侵入物遮挡。所述用于确定从所述初级光源接收到的光强的装置可为光探测器。所述系统可包含反射器以朝着所述用于确定从所述初级光源接收到的光强的装置反射所述光束。

[0082] 所述监控系统可构造为当探测到侵入物时，降低由所述初级光源发出的光的水平。

[0083] 在另一方面，本发明提供一种监控AVSD系统的光束的方法，所述方法包括：监测从初级光源接收到的光强，并且当探测到接收到的光强度下降时确定有侵入物进入了光路。

[0084] 所述方法可包括当探测到侵入物时降低光束功率。所述方法可包括反射所述光束使其穿过受监测的体积。

[0085] 在另一方面，本发明提供一种维持AVSD系统中的初级光源的对准状态的方法，所

述方法包括：监测从初级光源接收到的光强，并调整所述初级光源的对准状态以尝试实现预定的光强特征。

[0086] 在一个实施方案中，所述预定的光强特征基于以下之中的一项或全部：预定的强度水平和基本恒定的强度水平。

[0087] 所述方法可包括：将来自所述初级光源的光朝着用于探测反射光束强度的装置反射。

[0088] 所述调整初级光源的对准状态的操作可包括以下之中至少一项：改变所述光源的发射方向和改变反射器的反射角。

[0089] 在一个方面，本发明提供一种用于颗粒探测系统的组件，所述组件包括机壳和固定安装在机壳上的倾斜敏感元件。例如所述倾斜敏感元件可包括以下的一种或多种：加速计、电容式倾斜传感器、电解式倾斜传感器、液中气泡式倾斜传感器、水银倾斜传感器和单摆式倾斜传感器。

[0090] 所述组件可包括底座，在所述底座上安装着一个或多个光学组件。所述机壳可包括窗口，光可以穿过所述窗口射向所述光学组件或从所述光学组件射出。

[0091] 所述倾斜敏感元件可与控制系统传感耦合，以探测所述组件的倾斜。所述组件可包括被配置为在多于一个方向上监测所述组件倾斜的多个倾斜敏感元件。

[0092] 在另一方面，本发明提供一种在AVSD系统中确定物体侵入所述光传感器的视场的方法，所述方法包括：发出光束并使其穿过所述光传感器的至少部分视场；分析所述光传感器的输出以确定物体是否已经侵入了光束。

[0093] 所述发出光束并使其穿过所述光传感器的至少部分视场的步骤包括：将线形光束扫过部分所述受监测的体积。

[0094] 所述分析光传感器的输出的步骤可包括识别在所述传感器的输出中存在的以下特征中的任意一项或多项：阴影、反射、折射、衍射花样或闪光。

[0095] 所述方法可包括：提供用于监测受初级光源影响的图像捕捉设备的部分视场的次级光源。优选所述方法包括：提供覆盖所述光传感器视场的扩展区域的次级光源，并分析所述光传感器的输出以确定介入所述次级光源和图像捕捉装置之间的物体的存在。

[0096] 在另一方面，本发明提供一种检测侵入AVSD系统的图像传感器的视场的物体的方法，所述方法包括：使用光源照明受监测的体积的区域；分析所述图像传感器的输出，以基于来自物体的反射或阴影识别物体。

[0097] 所述方法包括：将光束扫过部分受监测的体积，以至少暂时照明在初级光束的位置和图像捕捉装置之间的体积的区域，从而尝试识别封锁了在所述图像捕捉装置与位于初级光束位置时的光束之间的视线的物体。

[0098] 在另一方面，本发明提供一种在AVSD系统中探测进入受系统监测的体积中的侵入物的方法，所述方法包括：捕捉至少部分受监测的体积的多幅图像；确定在受监测的体积的一部分内或后面的图像的至少一个基本不随时间变化的特征；和分析包含所述特征的后续图像；以及当所述特征的表象改变时；指示至少有潜在的侵入物进入所述体积。

[0099] 所述特征可为在所述图像传感器的视场中衬于初级光束之后的背底特征。

[0100] 所述方法可包括照明所述背底。所述照明优选为不可见的。

[0101] 所述照明背底的步骤可包括：提供多个次级光源以照明所述背底。优选所述次级

光源为LED。

[0102] 所述照明背底的步骤可包括发射光花样到背底表面上。

[0103] 在将花样射到背底表面上的一个实施方案中,所述方法可包括:尝试在至少一幅图像中识别所述花样,并且当看不到期望部分的花样时,确定侵入物进入了感兴趣区。

[0104] 在另一方面,本发明提供一种识别受AVSD系统监测的体积中的物体的方法,所述方法包括:(a)从至少两个空间上分开的位置捕捉所述体积的图像;(b)识别在其中一个位置捕获的图像中的可疑的侵入对象;和(c)识别在另一个位置上与第一幅图像几乎同时捕获的图像中的相同物体,并计算所述可疑侵入物体的位置。

[0105] 所述方法可包括:重复步骤a-c以跟踪所述可疑侵入物。

[0106] 所述方法可包括:当识别出侵入物体时指示故障状态。

[0107] 在另一方面,本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;多个图像传感器,被构造为在视场有所重叠的前提下捕捉图像,所述图像传感器中的一个或多个被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射探测所述体积中存在的颗粒;和侵入物探测装置,被构造为分析摄像机的输出并识别其中一个摄像机捕获的图像中的可疑侵入对象,识别由另一个摄像机与第一幅图像几乎同时捕获的图像中的相同物体,并计算所述可疑的侵入物体的位置。

[0108] 至少一个所述摄像机也可为系统的初级图像捕捉传感器。

[0109] 在另一方面,本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:第一初级光源和被放置为探测从所述第一光源发出的光束散射的光的第一光传感器;第二初级光源和被放置为探测从所述第二光源发出的光束散射的光的第二光传感器;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射探测所述体积中存在的颗粒,其中所述系统的几何关系为所述第一光传感器被配置为监控所述第一光源和第二光传感器之间的区域,所述第二光传感器被配置为监控所述第二光源和第一光传感器之间的区域。

[0110] 所述系统还可包括一个或多个在所述第一初级光源和第二图像捕捉设备之间延伸的次级光源,以及一个或多个在所述第二初级光源和第一图像捕捉设备之间延伸的次级光源。

[0111] 本发明的一个方面还提供一种用于前述的本发明的实施方案的颗粒探测系统的组件,所述组件包括:普通机壳,所述普通机壳内安装有初级光源和图像捕捉设备,以及在它们之间的一个或多个次级光源。优选所述图像捕捉设备和光源被配置为线形排列方式。所述次级光源可为一系列LED、荧光灯或其它扩展光源。所述次级光源可形成基本均匀的线形照明花样或间歇照明花样。

[0112] 所述组件可被构造为使所述初级光源适于作为第一初级光源工作,并且图像捕捉装置适于作为第二图像捕捉装置工作。

[0113] 在另一方面,本发明提供一种用在被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统中的方法,所述系统包括:初级照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在;和至少一个次级照明装置,发

出至少部分在电磁谱的可见部分内的光,所述方法包括:探测环境光水平;基于环境光水平设定所述次级光源的光强,从而将所述次级光源发出的光的可见度最小化,但维持从所述次级光源发出的光可被所述系统的光传感器探测到。

[0114] 所述设定次级光源的光强的步骤可包括:选择多种预定的强度水平之一。

[0115] 在另一方面,本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统,所述系统包括:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在,其中所述系统的至少一个组件为偏振选择性的。

[0116] 优选所述系统适于使用预定的电磁辐射的偏振探测颗粒。优选所述系统可被构造为在两个偏振状态下探测颗粒。所述系统的光源或光传感器之一或两者均以偏振选择的方式工作。至少一个照明装置任选地适于发射偏振光束。

[0117] 照明装置可被构造为接收具有(一种或多种)选择性偏振的光。

[0118] 在另一方面,本发明提供一种用在被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统中的方法,所述系统包括:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在,所述方法包括:测试具有至少一项特征偏振性质的至少一种散射光组分,并处理所述测试以确定在受监测的体积中的一种或多种空气中的颗粒或物体的至少一项特征。

[0119] 所述方法可包括:探测多种偏振态下的光,由此可确定在受监测的体积内的空气中的颗粒或物体的特征。所述方法可包括:测试两个偏振态下的相对信号强度。所述偏振状态之一可为非偏振态或圆偏振态。

[0120] 所述方法可包括:使用初级光源发射具有已知的偏振的光,并测试具有已知的偏振选择性的散射光。

[0121] 所述对空气中的颗粒测得的特征可包括以下之中的一项或多项:在确定尺寸以上的颗粒的浓度;在确定的尺寸以下的颗粒的浓度;在尺寸范围内的颗粒的浓度。有利地,所述方法可用于探测在光束路径中存在的大颗粒或物体。

[0122] 在另一方面,本发明提供一种探测具有预定的尺寸特征的颗粒的方法,所述方法包括:发射具有已知的偏振态的光束并使其穿过含有待测颗粒的体积;测试从具有预定的偏振态的光束散射的光,从而选择发射的光和被测试的光的相对偏振,以能够选择性地探测具有预定尺寸特征的颗粒。

[0123] 在另一方面,本发明提供一种探测侵入从AVSD系统的光源发出的光束中的物体的方法,所述方法包括:发射具有已知的偏振态的光束并使其穿过体积;测试从具有预定的偏振态的光束散射的光,从而选择发射的光和被测试的光的相对偏振,以能够选择性地探测在预定尺寸以上的物体。

[0124] 在上述方面,所述发射的光和被测试的光的相对偏振可优选为平行或垂直。它们可成一定的中间角度,但这样可能会降低选择性。

[0125] 当所述发射的光和被测试的光的相对偏振为平行时,所述方法可适于测试尺寸小于预定水平的颗粒。当所述发射的光和被测试的光的相对偏振为垂直(即正交偏振)时,所

述方法可适于测试尺寸大于预定水平的颗粒或物体。

[0126] 所述方法包括：测试来自多种预定的偏振态的光束的光。优选独立测试每种偏振态。

[0127] 所述方法可包括在每种偏振状态下均进行测试以确定所述体积内的空气中的颗粒的特征或确定用于后续处理中的校正因子。

[0128] 在另一方面，本发明提供一种在颗粒探测系统中灰尘拒判(rejection)的方法，所述方法包括：使用本发明前述方面的方法来探测具有预定尺寸特征的颗粒，所述预定尺寸特征基本排除灰尘。

[0129] 在另一方面，本发明提供一种用于颗粒探测系统的光传感器，所述光传感器包括：具有偏振敏感元件的光敏元件，所述光敏元件被构造为仅使具有预定偏振的光能够到达所述光敏元件。优选可改变所述偏振敏感元件的偏振角。优选所述偏振敏感元件为偏振滤波器。

[0130] 在另一方面，本发明提供一种包含如上所述的光传感器的颗粒探测系统。

[0131] 所述系统可包括用于发出具有已知偏振的光的偏振光源。

[0132] 所述系统可包括能够测试光的多偏振的光传感器。所述光传感器可被构造为选择性地测试光的多偏振，或者所述传感器适于同时测试所述多偏振。所述光传感器可包括多个能够接收各自的光的偏振的光接收子系统。

[0133] 在另一方面，本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统，所述系统包括：

[0134] 初级照明装置，用于发射辐射线使其穿过受监测的第一空气体积；图像传感器，被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像；分析捕获的图像的装置，以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在；空气循环装置，被构造为将空气从第二体积移动到所述第一体积中以使所述第二体积中的颗粒能够被探测到。

[0135] 在一个优选的形式中，所述第一体积和第二体积是基本分开的空气体积。

[0136] 所述第一和第二空气体积可为以下的一种或多种：相邻的房间；一个房间和一个设备间(equipment cabinet)。

[0137] 所述循环装置可包括被构造为拉动空气穿过在所述第一和第二空气体积之间的墙壁上的孔的风扇。所述循环装置优选被构造为将空气从所述第二体积引入所述第一体积并使其进入或靠近由所述颗粒探测系统的初级光源发出的光束。

[0138] 在另一方面，本发明提供一种用被配置为监测多个空气体积之一的颗粒探测系统监测所述多个空气体积的方法，所述方法包括：拉动空气从所述第二空气体积进入所述第一空气体积，从而使在第二体积中的颗粒会被所述颗粒探测系统探测到。

[0139] 所述颗粒探测系统可被构造为探测空气体积中的颗粒，所述系统包括：照明装置，用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积；图像传感器，被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像；分析捕获的图像的装置，以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在。

[0140] 在另一方面，本发明提供一种包含初级烟雾探测子系统和第二颗粒探测子系统并被构造为探测空气体积中的颗粒的烟雾探测系统，所述系统包括：照明装置，用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积；图像传感器，被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像；分

析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在。

[0141] 所述系统可进一步包含适于当探测到烟雾时发出警报的报警子系统,所述报警子系统被构造为:当所述第二颗粒探测子系统探测到烟雾时发出第一个低水平警报,而当所述初级烟雾探测系统探测到烟雾时发出第二个高水平警报。优选所述初级烟雾探测子系统是标准认证的烟雾探测系统。最优选所述初级烟雾探测子系统为吸气式烟雾探测系统。

[0142] 在另一方面,本发明提供一种用在被配置为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统中的方法,所述系统包括:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射以探测所述体积中颗粒的存在,所述方法包括:监测系统的光束以探测由部分光路的折射率的变化引起的接收到的信号的变化,从而识别所述体积内的热源。

[0143] 在另一方面,本发明提供一种探测火焰的方法,所述方法包括:发射激光束穿过受监测的体积,并监测所述光束以探测由部分光路的折射率的变化引起的接收到的信号的变化,从而识别所述体积内的火焰。

[0144] 优选地,所述方法包括探测以下之中至少一项:在目标上的光束的对准状态的快速变化和在目标上接收到的强度的变化。

[0145] 在另一方面,本发明提供一种用在被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统中的方法,所述系统包括:照明装置,用于发射辐射线使其穿过受监测的空气体积;图像传感器,被放置为捕捉至少部分所述辐射线的图像;分析捕获的图像的装置,以基于在所述图像中捕获的散射辐射来探测所述体积中颗粒的存在,所述方法包括:用第一图像传感器收集来自包含至少部分所述辐射线的视场中的光以收集所述辐射线被所述体积中的颗粒散射的光;以及用第二光传感器收集来自基本相同的视场的光,但基本排除所述辐射线被所述体积中的颗粒散射的光。

[0146] 优选同时进行所述用系统的第一和第二光接收部件收集光的步骤。

[0147] 优选所述系统的第一和第二光接收部件构成所述颗粒探测系统的同一光传感器的部分。在一个特别优选的形式中,所述颗粒探测系统的第一和第二光接收部件是普通成像芯片的部分。

[0148] 所述方法可包括:过滤到达所述第二光接收部件的光。滤波器优选为窄波带的波长滤波器或偏振滤波器。

[0149] 本方法可包括在所述系统的光学系统处接收光并使接收到的光分裂以在所述第一和第二光接收部件处分别接收。

[0150] 在另一方面,本发明提供一种用于颗粒探测系统的光传感器,所述光传感器包括被构造为将图像分为两条通路的光接收光学器件,所述通路之一包括滤波器以阻止具有特定特征的光的传送,而在另一通路中传送所述具有特定特征的光。所述光传感器可包括被配置为在各个不同的部件处同时接收来自各个通路的光的普通光敏元件。

[0151] 所述滤波器优选为波长滤波器或偏振滤波器。另一通路可另外包括具有不同的滤波特性的滤波器。

[0152] 在另一方面,本发明提供一种用在颗粒探测系统中的方法,所述方法包括:用光传

传感器捕捉一系列图像帧,所述系列图像包括打关联光传感器的初级光源的多幅“开帧 (on frames)”和关联光传感器的初级光源关闭的多幅“闭帧 (off frames)”,其中所述闭帧可散布在所述开帧之间;以及使用因子 f 处理所述开帧和/或闭帧以校正所述开帧和闭帧之间的平均照明水平的差异。

[0153] 在优选的形式中, f 以以下方式中的至少一种进行计算:

$$[0154] \quad f = \frac{\left(\frac{\mu_{on1} + \mu_{on2}}{\mu_{off1} + \mu_{off2}} \right)}{2}, \quad f = \frac{\mu_{on1} + \mu_{on2}}{\mu_{off1} + \mu_{off2}} \text{ 或 } f = \left(\frac{\mu_{on1} \cdot \mu_{on2}}{\mu_{off1} \cdot \mu_{off2}} \right)^{1/2}$$

[0155] 其中: μ 为两个背底区域内的像素强度的平均值,1和2位于感兴趣区的相对侧,用下标标示,下标“on”和“off”表示图像为发光器打开的帧还是发光器关闭的帧。

[0156] 在另一方面,本发明提供一种处理来自颗粒探测系统的光散射信号的方法,所述方法包括:接收光散射信号;识别所述信号中的接收到的散射光强度的临时峰;和将信号中的接收到的散射光强度中的临时增量平滑化。

[0157] 在所述方法中,当与基于空间的平均强度相比时,所述接收到的散射光强度的临时峰具有预定数目的像素的大小。

[0158] 优选所述峰具有1像素的持续宽度。当与基于时间的平均强度相比时,所述接收到的散射光强度的临时峰具有预定数目的帧的大小。例如所述峰可具有1帧的持续时间。

[0159] 所述将峰平滑化的步骤可包括以下之中的一项或多项:削除所述峰、忽略所述峰或用预定的值代替所述峰。

[0160] 所述峰优选以下值之一代替:例如,局域平均值、时间平均值、邻近值、在先值、在后值,等等。

[0161] 所述临时峰可参照预定的门限信号水平来确定。所述门限信号水平可基于接收到的信号的统计量、例如局域或时间平均信号值以上的一个或多个标准差来确定。

[0162] 在另一方面,本发明提供一种用在颗粒探测系统中的方法,所述方法包括:确定用于至少部分校正灰尘对散射示数的影响的统计导出的校正值,并使用所述校正值校正所述散射示数。

[0163] 在一个优选形式中,所述方法包括:对于图像捕捉设备的一个或更多个像素:确定接收到的散射值中的背底噪声水平;参照已知的代表灰尘和烟雾的统计值来确定标准差和平均散射水平;计算散射标准差;以及确定烟雾和/或灰尘的散射贡献。

[0164] 在另一个实施方案中,所述方法包括:确定接收到的散射值中的背底噪声水平;参照已知的代表灰尘和烟雾的统计值来确定散射示数分布的更高的统计动差;计算散射标准差;以及确定烟雾和/或灰尘的散射贡献。

[0165] 所述方法可包括将测得的散射示数校正为仅代表烟雾颗粒的值。

[0166] 在另一方面,本发明提供一种确定颗粒探测器中的报警状态的方法,所述方法包括:沿着初级光源的光束限定多个片段;在沿着所述光束的位置上限定多个虚拟的颗粒探测器;使每个虚拟的颗粒探测器关联至少一个片段;基于与虚拟的颗粒探测器关联的一个或多个片段确定该虚拟的颗粒探测器的报警水平。

[0167] 优选虚拟烟雾探测器的报警水平是所述与其关联的一个或多个片段中的最高报

警水平。或者,所述虚拟的颗粒探测器的报警水平基于任意关联片段的最高烟雾示数确定。

[0168] 所述片段可能重叠。并且所述片段当用于计算相应的虚拟探测器的报警水平时可能具有加权贡献。

[0169] 在一个方面,本发明提供一种颗粒探测系统,所述颗粒探测系统具有在一定波长下工作的初级光源,在所述波长下极少或没有环境光遭遇到所述系统。例如,所述初级光源可在对应太阳或大气吸收谱线的波长下工作,例如在300nm以下,在此波长下大气吸收大部分接收到的太阳光;或波长为与吸收谱线对应的656nm。

[0170] 在一个形式中,所述光源在用于照明受监测的体积或附近体积的光的光谱范围之外的波长下工作。

[0171] 所述光传感器可包含滤波器,所述滤波器具有包括选择的波长的通带。优选所述滤波器的通带比所述系统工作中采用的吸收谱线更窄。

[0172] 在另一方面,本发明提供一种在颗粒探测系统中存在大颗粒的情况下校正散射示数的方法,所述方法包括:确定在初级光源发出的至少部分光束范围内的总散射;确定在所述部分光束范围内的总损失;基于在所述部分光束范围内的总散射对总损失的比值来计算用于所述部分光束的散射示数的校正因子。

[0173] 所述校正因子可以以(分光损失(fractional light loss):散射)^k来计算,其中k取0-1之间的值。

[0174] 测试所述分光损失的操作可包括测试在所述光束的整个横截面积上接收到的光强。

[0175] 所述方法可包括:设定100%的传送水平,由此计算后续的传送水平。所述100%传送水平可周期性地设定。

[0176] 所述方法可包括:在多个波长下实施所述方法。

[0177] 在另一方面,本发明提供一种被构造为测试光束的分光损失的分光损失测试设备,所述光束在所述测试设备中形成横截面,分光损失测试设备包括光敏元件,所述光敏元件被构造为测试来自比所述光束的横截面积更大的区域的光。所述光敏元件可具有比所述光束的横截面积更大的光接收表面。所述设备可包括一个能够接收来自比所述光束的横截面积更大的区域的光并将其射到所述光敏元件上的光学配置方案。所述分光损失测试设备可包括防止激光散斑的装置,例如发散透镜。

[0178] 在另一方面,本发明提供一种AVSD系统,所述系统包括初级光源和适于接收在所述体积内从所述初级光源的光束散射的光的光传感器,以及根据本发明的前述方面的分光损失测试设备。

[0179] 所述系统可包括反射器以反射所述光束使其穿过所述体积,在这种情况下,所述分光损失测试设备包括和AVSD系统的光传感器基本上位于同一位置。

[0180] 所述系统可包括以下之中的一项或多项,以减少在将光束发射到所述分光损失测试设备上时的多路径效应:抖动所述光束的位置,退相干所述光束,以及使用非相干的初级光源。

[0181] 在另一方面,本发明提供一种处理AVSD系统中光传感器的输出的方法,所述方法包括:捕捉来自所述光传感器的多幅图像帧,其中当初级光源打开时拍摄第一组帧(开帧),当初级光源关闭时拍摄第二组帧(闭帧),并且其中所述开帧和闭帧具有相同的时间中点。

时间中点可如下计算, (时间 $\times$ 曝光持续时间) 帧数。

[0182] 优选所述开帧和闭帧的总曝光时间相等。

[0183] 在一个优选形式中, 所述方法包括对部分所述帧进行缩放。在一个形式中, 所述开帧和闭帧包含不同数量的帧。优选对部分或所有帧应用缩放函数以保证所述开帧和闭帧具有相同的总曝光。

[0184] 在另一方面, 本发明提供一种用于控制颗粒探测系统中的光学组件的设备, 所述设备包括粗控制台和安装在粗控制台上的精控制台, 光学组件可安装到所述精控制台上。

[0185] 优选所述粗控制台为机械控制台。所述精控制台优选为非机械控制台。所述非机械控制台可包括以下传动器 (actuator) 中的一种或多种: 机电传动器、压电传动器、另一个高速非机械传动器。

[0186] 在另一方面, 本发明提供一种控制颗粒探测系统的光学组件的方法, 所述方法包括: 使用机械驱动的粗控制台控制所述光学组件从初始位置到达在希望位置的第一预定误差范围内的粗对准位置, 并使用非机械驱动的精控制台控制所述光学组件从粗对准位置到达在希望位置的第二预定误差范围内的终位置。

[0187] 所述方法可包括: 使用所述非机械驱动的精控制台至少周期性地将所述光学组件重新对准所述希望位置。

[0188] 在另一方面, 本发明提供一种用于颗粒探测系统的光学组件, 所述光学组件包括: 包含暴露的光学表面的光学配件, 光穿过所述光学表面; 具有至少一个壁和孔的机壳, 所述至少一个壁形成了在所述机壳内的体积, 光可通过所述孔进入或离开所述机壳, 所述机壳被构造为接收所述光学配件, 以使光可穿过所述孔被接收, 并且其中所述光学配件安装在所述机壳内, 以使在所述光学配件的光学表面和所述孔之间具有缝隙, 从而为空气中携带的颗粒提供沉降区。

[0189] 所述沉降区可设有用于除去所述沉降区里的空气中的颗粒的颗粒清除装置。所述颗粒清除装置可包括选自以下的元件以除去颗粒: 被动静电材料、主动静电过滤器。

[0190] 在另一个实施方案中, 一种用于颗粒探测系统的光学组件包括: 包含暴露的光学表面的光学配件, 光穿过所述光学表面; 具有至少一个壁、视孔和进气口的机壳, 所述至少一个壁形成了在所述机壳内的体积, 光可通过所述视孔进入或离开所述机壳, 所述进气口适于使空气能够进入所述机壳内的体积; 所述机壳被构造为接收所述光学配件, 以使光可穿过所述视孔被接收, 并且空气可从所述进气口流入并从所述视孔流出。

[0191] 所述光学组件可包括吸气机, 以将空气吸进所述进气口或从所述视孔吸出。所述进气口可设有过滤器以清洁进入所述机壳的空气。

[0192] 当所述吸气机包含具有多个扇叶的轴流风扇时, 所述风扇可被放置为使光能够从所述风扇的扇叶之间的缝隙中射入或射出。所述光学组件的工作可以与所述风扇的旋转同步。

[0193] 在另一方面, 本发明提供了一种用于颗粒探测系统的光学组件, 所述组件包括: 包含暴露的光学表面的光学配件, 光穿过所述光学表面; 适于至少周期性地移过所述光学表面的可移动元件。

[0194] 优选所述风扇被放置为使光能够从所述风扇的扇叶之间的缝隙中射入或射出。所述光学组件的操作可与所述风扇的旋转同步。所述风扇可包含无刷DC电机。

[0195] 所述可移动元件优选进行跨越所述光学表面的环状或往复运动。所述可移动元件可为以下之一：擦拭器、刷子或杆。优选所述可移动元件可与所述光学表面有间隔。所述可移动元件可被构造为移过耐刮窗口。

[0196] 在另一个实施方案中，本发明提供一种AVSD系统的光学组件，包含功能性元件和冷却设备。在一个优选实施方案中所述光学组件为光传感器，并且所述功能性元件为光敏元件，例如CMOS图像捕捉芯片或CCD。优选所述冷却设备为珀尔帖(Peltier)冷却机。所述冷却设备可与散热器进行热交换，所述散热器与所述冷却设备热耦合，以将热转移至大气。

[0197] 在一个实施方案中，本发明提供一种被构造为探测空气体积中的颗粒的颗粒探测系统，所述系统包括：初级光源，被构造为产生光帘使其穿过至少部分受监测的体积。

[0198] 所述系统可进一步包括：图像传感器，被放置为捕捉至少部分所述光帘的图像；分析捕获的图像的装置，以基于在图像中捕获的散射辐射来探测所述体积内颗粒的存在。

[0199] 优选使用光学装置产生所述光帘以产生发散光束。或者，可通过将线形光束扫过所述受监测的体积来制造光帘。

[0200] 优选所述光帘为平面状的。在这种情况下，所述图像捕捉装置可位于所述平面内。

[0201] 在另一方面，本发明提供一种用于在颗粒探测系统中产生扫射的光束的机构，所述机构包括适于产生线形光束的光源和反射平面绕平行于所述平面的轴旋转的镜，所述镜和光源对准以使所述镜的表面随所述镜的旋转以变换的入射角度反射来自所述光源的光。所述镜优选为多角形，更优选八角形。

[0202] 在另一方面，本发明提供一种在环境光水平下操作颗粒探测系统的方法，在所述环境光水平下将使所述系统的图像传感器在预定的孔径和第一曝光持续时间下发生饱和，所述方法包括：确定不会引起所述图像传感器饱和的减少的曝光持续时间；基于所述减少的曝光持续时间确定提高的图像捕捉频率。

[0203] 优选使用因子N减少曝光时间以避免饱和，用基本相同的因子N增加所述图像捕捉频率。

[0204] 在优选的实施方案中，所述提高的图像捕捉频率为每秒500幅图像以上。最优选为每秒600-2000幅图像。

[0205] 在另一方面，本发明提供一种校正颗粒探测系统进行的光散射测试的方法，所述方法包括：确定沿颗粒探测系统的光束的分光损失；基于确定的分光损失校正对所述颗粒探测系统的初级光源进行的散射测试。

[0206] 所述确定分光损失的步骤可包括：估计沿所述光束的分光损失。所述估计可基于源自所述光束的散射测试来进行。分光损失的估计可沿所述光束的长度分段进行。

[0207] 所述确定分光损失的步骤可包括：测试沿所述光束的分光损失。这可包括提供光接收装置，所述光接收装置适于在光束终端接收所述光束。所述方法可反复重复。所述校正散射测试的步骤可包括：用散射测试结果除以(1-分光损失)。

附图说明

[0208] 现通过非限制性的实施例并参考附图对本发明各个方面示意性的实施方案进行说明，其中：

[0209] 图1示出了根据本发明的一个实施方案的典型的AVSD颗粒探测系统；

[0210] 图2示出了AVSD系统的第二实施方案,该系统中并入了多图像捕捉装置,所述多图像捕捉装置可用于探测所述系统的感兴趣区中的障碍物;

[0211] 图3示出了一个在其远端并入了反射器的AVSD系统的实例,该AVSD系统可用在本发明的实施方案中;

[0212] 图4示出了根据本发明的另一个实施方案的AVSD系统,所述系统包括180度向后反射器以使透过的光束返回位于或靠近所述光源处的光探测器;

[0213] 图5示出了根据本发明的一个实施方案的使用两个共轴光束的AVSD系统;

[0214] 图6示出了光源安装配置方案的一个示例性的实施方案,该实施方案可用于本发明的一些实施方案中;

[0215] 图7示出了可用在本发明的实施方案中的光源安装配置方案的第二实施方案;

[0216] 图7A为说明一种示例性的方法的流程图,所述方法为:使用依赖于位置的散射以确定侵入AVSD系统的光束中的物体的特征;

[0217] 图8示出了根据本发明的一个实施方案的颗粒探测系统,其中所述系统发出的光束射到位于受监测的光束的相反端的表面上;

[0218] 图9示出了用于调整光源强度和接收器敏感度的系统,所述系统可用于图8公开的系统;

[0219] 图10示出了可用于图9的调整系统的一系列驱动波形;

[0220] 图11示出了用于本发明的一个实施方案中的成像配置方案的一部分,适于探测成像光学器件上的物体形成的障碍物;

[0221] 图12示出了根据本发明的另一个实施方案的AVSD系统的光源;

[0222] 图13示出了本发明的一个实施方案,其中所述光源向反射目标发射光束,并且所述光源安装在云台(pan-tilt)机构上,使得能够控制所述光束;

[0223] 图14示出了一种机壳配置方案,在本发明的一个实施方案中,所述机壳能够容纳光源或接收器;

[0224] 图15示出了根据本发明的另一个实施方案的AVSD系统;

[0225] 图16示出了根据本发明的一个实施方案的AVSD系统,所述系统使用了阴影探测以监测故障;

[0226] 图17示出了使用从物体边缘反射的闪光来探测侵入根据本发明的一个实施方案的系统的感兴趣区的物体的原理;

[0227] 图18示出了当用于探测与图17所示物体的取向不同的物体时的图17的系统;

[0228] 图19示出了本发明的一个实施方案,其中使用了灯条以帮助探测受监测的区域中的异物;

[0229] 图20示出了本发明的一个实施方案,其中使用飞行时间测试以监控所述感兴趣区;

[0230] 图21示出了使用灯条监控的本发明的另一个实施方案;

[0231] 图22示出了一种可用于图21所示类型的系统中的装置的一个示例性实施方案;

[0232] 图23示出了本发明的一个实施方案,其中使用垂直扫射的光束以监控所述感兴趣区;

[0233] 图24示出了在本发明的实施方案中的AVSD系统的一个实施方案,其中使用基于偏

振的技术,使得能够区别大颗粒和小颗粒;

[0234] 图25示出了使用基于偏振的技术以分辨颗粒尺寸的本发明的第二个实施方案;

[0235] 图26示出了一个示例性的AVSD系统,所述系统被构造为监测初级体积和多个分别封闭的次级区域;

[0236] 图26A示出了用于本发明的一个实施方案的AVSD系统中的传感器系统;

[0237] 图26B示出了用于本发明的一个实施方案的AVSD系统中的第二传感器系统的概览图;

[0238] 图26C示出了用于图26B的实施方案中的传感器配置方案的进一步的细节;

[0239] 图27为表示用于对根据本发明的实施方案的AVSD系统中的灰尘进行校正的方法的步骤的流程图;

[0240] 图27A为表示在根据本发明的一个实施方案的AVSD系统中实施可寻址性(adressability)的方法的步骤的流程图;

[0241] 图28为描绘基于本发明的一个实施方案中测得的路径损失数据修正烟雾示数的方法的步骤的流程图;

[0242] 图29A示出了本发明的能够测量分光损失的一个实施方案的AVSD系统;

[0243] 图29B示出了本发明的能够测量分光损失的第二个实施方案的AVSD系统;

[0244] 图30示出了本发明的能够测量分光损失的另一个实施方案的AVSD系统;

[0245] 图31示出了图像序列的一系列帧,根据本发明的一个实施方案,所述一系列帧可用在背底对消法中;

[0246] 图32示出了图像序列中三张顺序获得的帧,根据本发明的一个实施方案,所述帧可用在背底对消法中;

[0247] 图33示出了按照本发明的一个实施方案制成的光束控制机构;

[0248] 图34为表示用图33所示类型的光束控制机构实施的目标获取方法的步骤的流程图;

[0249] 图35示出了用于根据本发明的一个实施方案制成的AVSD系统的光学组件的机壳配置方案;

[0250] 图36示出了用于根据本发明的另一个实施方案制成的AVSD系统的光学组件的机壳配置方案,所述机壳包含被动电子污染物捕捉装置;

[0251] 图37示出了用于根据本发明的另一个实施方案制成的AVSD系统的光学组件的机壳配置方案,所述机壳包含主动电子污染物捕捉装置;

[0252] 图38示出了用于根据本发明的一个实施方案制成的AVSD系统的光学组件的机壳配置方案,所述机壳包含洁净空气光学器件清洁系统;

[0253] 图39示出了用于根据本发明的一个实施方案的AVSD系统的光学组件的机壳配置方案,所述机壳包括用于防止障碍物进入所述光学组件的视场或将障碍物从所述光学组件的视场中清除的机械元件;

[0254] 图40示出了图39的机壳配置方案的正视图;

[0255] 图41示出了用于本发明的一个实施方案的AVSD系统的光学组件的冷却配置方案;

[0256] 图42示出了由根据本发明的一个实施方案的AVSD系统监测的体积,其中光平面射过所述体积;

[0257] 图43示出了一种用于将光束扫过一定体积并适用于图42的实施方案的机构;和

[0258] 图44为表示不同的烟雾水平(遮挡值)穿过不同路径长度时的前向散射水平之间的关系的关系的图线。

具体实施方式

[0259] 作为根据本发明的实施方案的AVSD系统的部分操作,可能需要确定光学接收器的视场中是否存在可能会使所述传感器在希望的工作区域内探测烟雾的能力降低的障碍物。特别是需要监测如图1所示由连接接收器与光源的虚线和发射的准直光束形成的线限定的扇形区。

[0260] 图1示出了典型的AVSD颗粒探测系统100,包括光源102和摄像机形式的接收器104。所述光源被配置为发射光束106使其穿过受监测的空间。将摄像机104对准以观察光源102及其光束106并探测光束106被存在于所述受监测的空间中的颗粒散射的光的水平。关键体积110在光束106和连接摄像机和光源102的虚线108之间,在该关键体积110内的障碍物必须受到监测。若障碍物出现在此区域内,光束106会被遮挡从而在摄像机104的视野中消失,并且因此摄像机将不能探测到来自整条光束的散射光,并且损害系统的探测敏感度。图像传感器104(以及发光器102也可能)连至处理器107,所述处理器适于分析捕获的带有或不带有源照明数据的图像,以基于所述图像中捕捉到的辐射来确定在所述体积内颗粒的存在。

[0261] 一种用于探测体积110内的障碍物的方法是:发射非准直的或发散的光束使其穿过待监测的扇形区110。或者,可使准直光束快速扫过扇形区110以实现类似的效果。若体积110中存在障碍物,则所述非准直光束会投射出阴影。图2示出了一个示例性的配置方案,其中图1的AVSD系统中扩充了面向后方的第二摄像机112和发射光使其穿过区域110的非准直光源103。所述面向后方的摄像机112被配置为观察在区域110后方被非准直光源103照明的表面。使用这样的配置方案时,侵入体积110的物体114会投射出阴影116,向后观察的摄像机112可观察到该阴影。摄像机112拍摄的图像可被处理为识别与预记录的已知没有障碍物的“参比”图像之间的差异。当通过处理确定第二摄像机112拍摄的图像帧和所述参比图像之间的差异显著时,可引起故障警报。或者所述图像处理可通过比较相邻图像区域的强度并确定相邻区域间存在足以探测阴影的差异以确定障碍物形成的阴影的存在。

[0262] 理想的是光源103是不可见的,因为这一方案提供以下优点:所述光源不会使在所述区域内工作的人觉得刺眼,因此不会造成妨碍。在一个实施方案中,光源103可为闪光氙灯。

[0263] 所述系统可被配置为当预定尺寸的阴影存在的时间比预定时间更长时触发故障状态。所述预定时间的长度应该足够长以避免短暂的障碍物、例如快速飞过区域110的小鸟就能形成故障状态。

[0264] 与图1和2的系统中系统的主要组件位于房间的相对端的情况相反,在根据本发明的AVSD系统的一些实施方案中,系统的主要组件的位置彼此紧邻、例如位于受保护空间的相同端是有利的。这种配置方案不再需要向受保护的空间的相对端供电和发信号,并且因此可能使所述系统的安装成本更低。

[0265] 在一个形式中,这一目的可通过使用位于受保护空间中远离所述光源和接收器的

一端的专用反射器来实现。光束射向所述放射器,所述反射器被设计为翻转反射光束至要求的目标位置,所述目标位置可与所述接收器相邻。

[0266] 所述反射器可具有大于90度的“拐角”,以使光束以相对于入射光束固定的角度反射。或者所述反射器可为凸面镜,所述凸面镜控制光束反射到已知的目标位置。实际上所述镜可采用一组平镜或也可为能够形成会聚反射的光束的凹面镜。

[0267] 图3示出了本发明的这一方面的一个实施方案300,其中接收器104和光源102安装在相对靠近于彼此的位置。在一个特别优选形式中,它们可基本上位于同一位置,例如在同一个机壳内。在此实施方案中,光束306射向反射平面302,将摄像机104对准以获得包含反射器302、部分入射光束306、全部的反射光束308和目标310的视场(用线304表示)。正如在以上引用的我们较早的专利申请中所讨论的那样,若提供了其它目标位点310的监控方法,则可以允许所述目标位点310不在摄像机104的直接视野内。

[0268] 反射器302可安装于可调机架上,所述可调机架的角度在安装时可通过例如使用调节螺丝或类似物进行手动调节。或者,通过使用机电驱动倾斜机构(如图33所示的机构)得到进一步的改进,以保持反射光束长期的位置稳定性。虽然这需要向系统的远端供电,但这种系统可具有非常低的平均电力消耗,从而使其能够以长寿命使用电池。本领域技术人员已知许多可选择的传动器类型能够实现该功能,包括齿轮传动电机、步进电机、电流镜(galvanic mirrors)、螺线管、压电传动器、热传动器等等。

[0269] 有利地,镜302的角位可通过远程控制初始设定,之后保持。这种控制可由探测系统中的软件使用来自摄像机的可视图像和其它输入来自动进行,类似地,光源102产生的光束306可被自动控制为保持射在反射器302的目标上。本文公开了用于光束控制的合适机构。

[0270] 另外,通过调节镜302的角度扫射反射光束308的能力可有效地用于验证摄像机的视场没有被过度遮挡。为了实现上述方案,反射光束可周期性地扫向所述摄像机。若在扫射的过程中目标斑点意外消失,则这可能是由于障碍物引起的。或者,若在扫射光束306的过程中探测到散射(或意外的散射变化),则这可能是由障碍物的边缘引起的,探测软件可识别出这种情况。在安装时,可记录可接受程度小的障碍物(例如垂直的建筑物柱或固定装置)的效果,之后与新的扫射结果相比较。

[0271] 在一个可选的实施方案中,反射器302可为弯曲的,或由多个毗连的平镜组成,每个平镜以稍微不同的角度放置。用这种类型的反射器通过瞄准所述反射器的表面的不同部分,可使反射光束308的路径偏离光源方向。在另一个构造方案中,反射器302可为角反射器配置方案的变体。通常,这种反射器使用正交放置的反射表面,使得不论光束射到所述反射器上的点在哪,均能反射所述光束使其基本直接返回源。然而,当所述反射器表面设置为90度加上一个角 θ 时,反射光束通常以偏离入射光束 $2 \times \theta$ 的角度被反射回来。

[0272] 在图4所示的另一个构造方案中,光源102和接收器104可设置为短距离分开,并使用传统的180度向后反射器302。以此方式,入射光束306和反射光束308保持在相同的路径的相反方向上。为了监控激光束308返回到达光源102处,可使用例如光电二极管形式的位于光源102上的独立的探测系统。来自该设备的信号还可通过以下更为详细的描述中的方式用作确定传送-损失的烟雾探测器。

[0273] 在本发明的一些实施方案中,望远镜式成像光学器件可用于提高探测设备的有效

范围和敏感度。在一种形式中,所述望远镜式成像光学器件可采取可购得的变焦透镜的形式。许多可购得的透镜的放大倍率可为电控的,使系统软件能够选择性地放大部分图像以改进对该区域的显示。当在特定区域中识别到潜在的歧义性的低水平信号时,上述方案可能是特别有利的。在这种情况下,所述望远镜式光学器件可以允许所述系统放大发出所述低信号的区域,并且在没有不必要的延迟或虚警的风险的前提下确定是否存在颗粒或火灾的威胁。在此实施方案中,可以以任意方式在所述接收器的输出信号中探测烟雾。

[0274] 在许多情况下,即使空气中不存在烟雾或灰尘颗粒,光束可被摄像机观察到的方案也是有利的;其目的在于例如:便于在装配时构造系统,使得当光源和/或目标在摄像机视场以外时能够安装,以及监测光束中的障碍物。

[0275] 本发明人已经确定,这样的功能性可通过使用短波光源来实现,所述短波光源在非常小的颗粒如洁净空气中的氧气和氮气分子上产生可见散射。例如可使用蓝色或UV激光,或者任选地穿过蓝光或UV滤波器的准直氙闪光。

[0276] 可单独使用短波光源,即将短波光源用于烟雾探测,或者短波光源可与用于烟雾探测的初级光源结合使用。

[0277] 在一个优选的实施方案中,使用的短波光源为蓝色、紫色或紫外激光二极管。然而,以目前的技术,这些的总工作寿命有限,因此优选仅短期工作,例如以规律的间隔工作,以满足对故障状态识别的时序要求。因此,在此优选实施方案中,第二光源发射在可见或红外光谱内的光,该光被配置为与所述短波光束共线或共轴,所述第二光源用于初级烟雾探测。若短波激光二极管的寿命期望值在将来能如所希望的那样有所改善,则可省去所述可见或红外光源。

[0278] 已知与长波相比,短波光源在更小的颗粒上产生相对强的散射信号。这使得能够更早地探测到含有高比例的小颗粒的烟雾,例如那些从过热的“低烟雾零卤素”类的电缆发出的烟雾。

[0279] 另外,通过比较来自短波光源的散射信号和来自较长波长的源的散射信号,可对小颗粒和较大颗粒的相对比例进行估计,这有益于使其能够识别非火焰产生的颗粒,如灰尘,从而减少虚假火警的发生几率。在此实施方案中还可能有利的是,仅当用长波散射已经探测到颗粒时才打开短波源,以此方式延长短波源的工作寿命。

[0280] 在本发明的其它实施方案中描述的颗粒探测系统一般使用非可见波长的光,以避免出现不希望的可见斑点,所述可见斑点可能会成为妨碍物或干扰物,特别是在昏暗的照明环境下。然而,所述初级光源发出的光不可见这一事实可能是一个缺点,例如在安装时安装者希望验证光源和摄像机放置得足够准确以使激光束能够正确瞄准的情况下。

[0281] 为了有助于使对准所述初级光源的操作变得容易,可设置如图5所示的发射可见光束的第二激光器。图5示出了系统500,包括两个共轴的激光器502和504。第一激光器502发射例如在EM谱的红外区的光束(用实线表示的506),并且第一激光器用作颗粒探测的初级激光器。第二激光器504发射在电磁谱的可见区的光束508。

[0282] 该第二激光器可被安装为与所述初级激光器预对准在相邻的共线或共轴的路径上。该光束形成的可见斑点可用于帮助验证所述源的定位和对准状态是合适的。

[0283] 在调试之后,在正常工作的过程中可关闭所述第二激光器。若所述初级激光器在调试后需要重新对准,则可再打开该可见光源。相同的物理结构可用于安装短波(蓝光或

UV) 激光器以实施上述系统的实施方案。

[0284] 在本发明的一些实施方案中,该系统设有反射目标,由光源发出的光射到所述反射目标上。然后,从该目标反射的光束可用于确定激光束的正确对准状态,并且可能用于其它任务,如分光损失测试。

[0285] 在另外的实施方案中,所述系统需要一种将光束从所述目标扫到另一位点的机构,以监测光路附近区域中的障碍物。

[0286] 不论在任何情况下,都必需确定所述光源和目标以希望的方式对准。

[0287] 为了确定所述光源正确对准以使其将激光束射到所述目标位置上,所述光源单元可配备有优选为方向敏感的光学探测器。该传感器被设置为根据发射到所述反射器的表面上的光斑跟踪所述激光束的对准状态。所述探测器可用于测试分光损失和跟踪激光斑点的位置。

[0288] 图6示出了一个光源安装配置方案600的示例性的实施方案,该方案能够同时实现光束控制和斑点跟踪。在此配置方案600中,激光器602发射光束604,通过在两个旋转维度上(例如在前后和左右方向上)电调节可移动的镜606的角度来控制所述光束604。

[0289] 可选的能够实现相同的移动能力的配置方案包括使用多个镜,每个所述镜仅在一个维度上可以倾斜;或者直接移动激光发光器本身;或者将可移动的发光器与一个或多个镜或棱镜或类似物结合。

[0290] 优选地,光学接收器608通过相同的可移动的镜606观察位于向后反射目标612上的激光斑点610。在一个实施方案中,传感器608安装在光源602的旁边并且与其对准,从而使其视场614的中心基本与激光光路604对中。

[0291] 在优选实施方案中,光学接收器608由安装在透镜的焦点上的一个或多个光电二极管组成,所述透镜安装在管道中。

[0292] 例如在光束扫射之后或在调试的过程中探测所述向后反射目标的位置时可能出现的问题是,在此区域中的其它物体也可能形成实质上的反射,这可能会被误认为是希望的目标,从而形成“假目标”。一个实例是玻璃窗和高光窗框的交点,它可能形成偶然的但非常有效的“角反射器”,该“角反射器”沿着或非常靠近于入射路径将光束反射回来。可以以多种方式将这种假目标与希望的目标区分开来。例如,通过扫描所述反射目标的宽度和长度以验证这些参数(例如目标的范围)与对真正目标所预计的那些参数是相当的。或者,可为真正目标加入区别特征,例如围绕外周的反射和不反射材料的区域,从而使扫射光束的操作可以以类似于条形码读出器的方式产生可识别的响应。然而,这种方法可能在识别目标的过程中带来不希望的复杂性、歧义性或延迟。

[0293] 图7示出了本发明的另一个实施方案,该实施方案大致近似于图6所示的实施方案,但另外包括作为标志的次级光源,以正确快速地发射所述激光束。在图7中,与图6相同的特征与其共用附图标记。系统700包括次级光源702,该次级光源优选为LED,光学接收器608对所述LED发射的光的波长敏感。安装光源702使其与目标612之间具有已知的位置关系,并且所述光源702优选安装在传感器单元704上。在使用时,调整可控的镜使激光从目标612扫至传感器704,在搜索过程中,可优选关闭激光器602,并且优选以预定的方式调节次级光源702。该调节用在处理传感器608接收到的信号的过程中,以帮助探测所述信号并将希望的发光器702与任何其它可能存在的不希望的光源区别开。

[0294] 在此优选实施方案中,使用的搜索花样最大程度地减少了将光学探测器608的视场中心和激光束602定位到向后反射的目标612上所需的时间,所述搜索花样如下。优选地,镜606初始设定在其中心位置,之后使所述镜移动以使激光束的移动轨迹为逐渐增大的螺旋形。然而,许多可选的搜索花样也可容易地使用。处理来自光学接收器608的信号以确定当来自安装在传感器704上的标志光源702的信号最大时所述镜的位置。记录在这一位点上的镜606的坐标,同时确定传感器单元704的位置。

[0295] 由于安装的物理结构是已知的,即向后反射的目标612和传感器单元704的相对位置是已知的,因此当从光源或镜606的位置观察时,可确定希望的目标612的位置。例如向后反射的目标612可与传感器704的进孔位于同一水平线上,向左偏移1度。

[0296] 如上所述确定传感器704的位置之后,将镜606对准以使激光器瞄准希望的、向后反射的目标612的中心位置,并且打开光源602开始进行相似的搜索花样。理论上这样的搜索开始时激光应位于所述向后反射的目标中心。在这种情况下,以预定的方式调整所述激光束,并且处理来自反射激光的由光学接收器608接收的光信号,以确定来自向后反射的目标612的信号最大时的位置。记录在这一位点上的镜606的坐标,同时确定向后反射的目标612的位置。

[0297] 在一个可选的实施方案中,除使用扫射光源之外(或作为使用扫射光源的代替措施),位于远处的镜可被制成可扫动的。在此实施方案中,所述光源安装在摄像机附近并具有安装在其上(或其旁边)的关联的激光器目标。可扫射所述激光器以定位上述“智能”远程平镜(例如通过使用上述的向外螺旋花样)。然后,所述镜可被配置为自动地倾斜(tilt)和/或摇动(pan),以根据光传感器对激光的判断将反射激光斑点置于目标上。所述镜的扫动配置方案仅需要允许缓慢移动使得能够进行最终对准,而所述激光器可被允许进行更快的移动以使其能够如本文所述从摄像机端扫描侵入物。

[0298] 在以上提到的我们之前的专利申请中公开的系统的一些实施方案中,可使用透明(或类似的)物体模拟烟雾,以校准或对准所述系统。在此实施方案中,可有利地使用光散射材料的半透明片以确定激光束路径的位置并验证颗粒探测器正确工作。这在调试和保持过程中是特别有意义的。

[0299] 然而,系统在正常工作的过程中可能产生一个问题:物体可能全部或部分进入光束并引起可能与颗粒混淆的散射,从而引起虚警。即使所述光束恰位于地面以上,如气球或塑料等物体仍可能进入所述光束。

[0300] 避免虚警的一种方法为:识别与烟雾事件相比具有相对突然的特性的固体物质的侵入。在这种情况下,用指示故障代替报警。虽然这种方法在一些情况下可能是有效的,但对于散射光探测器,仍然存在一种风险:物体会以一定速度进入所述光束,从而使得当仅使用这种方法时基本上不能将所述物体与烟雾区别开来。

[0301] 本发明目前的实施方案提供了一种可选的或补充的解决该问题并帮助区分这种固体物质和烟雾的解决方案。操作原理是,在一个或多个轴向上扫射初级烟雾探测光束;若接收到的散射信号发生变化的方式表现为固体物质的特征,例如识别到基本固定的边缘,则该物体被识别为固体,并报告为形成故障状态而不是警报状态。优选进行多次扫射,因为固体物质趋向于以基本稳定和重复的模式散射光,而一缕烟雾在相近的时间内在位置和强度方面均会发生显著变化。例如,可有利地使用5-20秒的扫射时间。

[0302] 图7A为表示这种方法的流程图。在该图中,方法750开始时,在步骤752中用AVSD系统探测散射光。然后,在步骤754中将光束以随机的或预定的方式扫过感兴趣区,以确定散射光示数随光束位置变化的方式。根据该测试,在步骤756中确定散射体依赖于位置的散射特征。例如,所述依赖于位置的散射特征可为绝对散射水平或散射变化的速度或者其它一些测试量。然后,在步骤758中分析所述散射特征以确定物体的散射特征的空间变化方式是类似于固体还是烟雾。若所述物体为固体,则在760中指示故障,而若所述物体不是固体则在762中发出报警信号。

[0303] 该方法指出的故障状态或警报状态可根据在烟雾报警系统的报警协议中建立的延迟时间和阈值水平而有所延迟。并且,确定侵入到所述光束中的物体是固体还是烟雾的操作可在适当的延迟期间内重复进行,从而若物体初始时表现为固体侵入所述光束中,但之后又表现为类似烟雾,则能够引发适当的警报,反之亦然。

[0304] 在本发明的一些实施方案中,所述系统可与背散射几何条件一并使用,在这样的系统中可能面临一个难题:由于来自被光束射到的表面(例如一个表面,光束射到该表面上以观察定位光束)的散射(反射)可能使观察的摄像机过载。若发生上述情况,所述过载可能对接收图像传感器造成“光晕(blooming)”效应,因此使其部分视场失效。图8示出了这种情况,示出了根据本发明的一个实施方案的颗粒探测系统800。系统800包括光源802,光源802发射光束804并使其穿过受监测的区域。进入光束804的颗粒造成光散射,所述光散射被摄像机806探测到以探测所述颗粒的存在。另外,当光束804射到位于受监测的区域的相对侧的墙壁808上时,在形成的光斑810处发生相当大量的散射。由于光斑810位于摄像机806的视场内,并且部分从墙壁812散射的光被摄像机806捕捉到,这可能导致其中部分图像传感器过载。

[0305] 然而,可以通过以下方法解决上述问题:调整所述光源的强度和接收摄像机的敏感度,从而使散射光的影响在来自光斑810的散射光到达接收摄像机的强度达到峰值时显著减小。

[0306] 图10A示出了实施这种方法的一个配置方案,图10B示出了用于一个实施方案中的关联的驱动波形。

[0307] 配置方案900包括相位控制脉冲发生器902,所述发生器902连至两个驱动电路904和906,所述两个驱动电路904和906分别连至光源908(例如激光二极管)和光传感器装置910(例如摄像机)。光从激光二极管908射出并穿过准直透镜912。部分出射光束914经向后反射形成返回光916。返回光916首先穿过会聚透镜918,然后穿过微通道板图像增强器920,来自驱动电路906的输出脉冲控制所述微通道板图像增强器的工作。然后,光传感器922的CCD阵列接收放大的光束916。用驱动电路904调整源光强度,以使在光束到达目标墙壁并被反射回来之后,所述光束的相位与调整后的接收器敏感度的相位完全不同,所述接收器的敏感度受驱动电路906控制。图10示出了3幅曲线图1050、1060、1070,分别代表激光器908发出的光的强度、传感器接收的反射光的敏感度和所述传感器的敏感度。在图10B中,光从源到目标墙壁,然后返回传感器所耗费的时间用 t_r 表示。

[0308] 由图10B可见,激光二极管908采用的驱动波形1050被调整为,使光脉冲从源到墙壁然后返回传感器所用的往返时间与曲线图1070所示的对选通图像增强器920的减速驱动(reduced drive)一致。

[0309] 为了保护摄像机及其光学器件不受伤害和污染,所述摄像机一般会安装在机壳内,摄像机通过机壳中的窗口观察受监测的区域。但是,在本发明中,安装时仍然存在摄像机及其机壳受到污染的问题。许多可能的污染源,例如污物和灰尘,会积累在探测器的光学器件上。然而,一种可能对摄像机造成快速遮挡的情况是昆虫爬到摄像机机壳的窗口上,当这种情况发生时,会干扰系统探测烟雾的能力。因此,有利的措施是,监控窗口表面,从而当窗口被遮住或部分被遮挡时发出故障信号。

[0310] 图11示出了本发明的一个实施方案中使用的成像配置方案的一部分。成像配置方案1100包括图像捕捉阵列1102,例如CCD,所述图像捕捉阵列通过一个(或多个)会聚透镜1104观察受监测的体积。这些光学器件受透明窗口1108的保护。当昆虫1110爬过窗口1108时,系统的性能下降。

[0311] 一种检测这类障碍物的方法是:不时地照明外壳的窗口1108的区域,并检查捕捉到的图像是否基本不同于已知在窗口上没有障碍物时拍摄的参比图像或预定的阈值水平。为了提供必要的照明,成像配置方案1100设有一个或多个光源1112,所述一个或多个光源被配置为照明窗口1108的表面。任何靠近或落在窗口1108上的物体会反射大部分的照明光。将在上述状态下捕获的图像与参比图像或阈值(在没有障碍物的情况下采集的)进行比较,以确定窗口上是否存在障碍物。

[0312] 在一个可选的实施方案中,可将在光源1112“开”的状态下拍摄的图像与关闭光源1112的状态下拍摄的参比图像进行比较。在此情况下,光源1112打开时的图像会包含由于照明所述障碍物造成的明亮的伪像。

[0313] 类似的技术可用于探测在所述窗口内侧或系统的其它光学组件(例如图像传感器透镜)的表面上的昆虫或其它障碍物。

[0314] 为了避免暴露于由本发明的一些实施方案发出的具有潜在危险性的激光水平下,可能需要监测所述激光路径。在本发明的一个实施方案中,分光损失测试技术可用于探测是否已有侵入物进入激光束的路径中。若探测到侵入物,监控激光器工作的系统可被构造为将激光功率减小到安全水平,直到不再存在侵入物。

[0315] 本发明人已设计出多种基于分光损失探测进入激光的侵入物的方法。一种方法是:在光路中放置光学探测器并测试到达的激光辐射的强度。可将该强度值输入所述监控系统,并且当探测到接收到的光减少时,可以认为存在侵入物。

[0316] 图12示出了根据本发明的这一方面的一个实施方案的系统的光源部分1200。该配置方案包含初级光源1202,该初级光源一般为发出辐射线1204的激光器。该辐射线被位于受监测的区域的相对侧的反射器1206反射。在使用中,光束1204穿过所述区域并且被反射器1206反射。在反射器1206处,辐射线1204可能会被散射,并且至少部分反射辐射1208将到达适当放置的光学探测器1210。所述反射器可为任意种类,例如角立方型或漫反射表面或其它向后反射材料。光学探测器1210可位于所述光源附近或其它任何能够接收部分反射辐射的位置。

[0317] 若探测器1210测试到的光水平发生变化,则这可能意味着有东西遮挡了光束,并且如上所述光束功率可能会降低。

[0318] 正如以上的实施方案所述,有时需要控制所述AVSD系统的初级光束,其目的在于例如在调试时或在其它时候将光束对准到目标反射器上。

[0319] 在图13描绘的一个优选实施方案中,光源1300以在前述的实施方案中所述的方式向反射目标1304发出光束1302。至少部分所述反射光1306入射到接收器1308上,所述接收器安装在光源1300旁边。在本实施方案中,光源安装在云台机构1310上,控制器1312控制所述云台机构的位置,并调整上述光束的方向,以将接收器1308接收到的反射光水平最大化。

[0320] 所述系统需要一种初始对准、之后经时保持对准状态的方法。以下为一种使用如上所述装置进行精确对准的方法。

[0321] 控制器1312能够使光源1300将光束1302扫过反射目标可能存在的区域,并且当接收到的信号在预定的阈值以上时停止。所述预定的阈值可为距离的函数。为了更为准确地找到目标中心,可探测边缘。为了进行上述操作,激光器1300扫过所述目标,并且记录当接收到的信号约为最大值的一半时的位置。然后,将所述激光器设置在这两个位置之间的中点。然后在与第一次的方向垂直的方向上重复该过程,并且可有利地在原始方向上多重至少一次。当所述目标不是方形或其边不平行于搜索方向的情况下,该重复搜索改进了精确性。

[0322] 其它光源可能干扰上述方法。减小干扰光源的影响的一些方法有:

[0323] 1) 调整激光器1300的振幅,并使用被调整为响应该特定调制的接收器(例如激光器为1000Hz开-关脉冲和积分周期为100ms的同步探测)

[0324] 2) 过滤接收到的光的波长(例如使用染料滤波器或干涉滤波器)

[0325] 3) 过滤接收到的光的偏振方向(在接收器前放置起偏器)

[0326] 为了有助于安装并在之后确定安装的组件的位置并未由于例如在安装组件时发生的破坏或移动而发生变化,可将倾斜传感器安装在所述系统的至少一个元件中。在一个优选的实施方案中,倾斜传感器安装在摄像机机壳中,可用于在所述传感器偏离对准状态时发出指示。类似地,光源机壳中的倾斜传感器可在所述光源偏离对准状态时发出指示。

[0327] 参考图14,示出了机壳配置方案1400,该机壳可容纳光源或接收器。一般来讲,机壳1400为包含着构成光源或接收器的组件的外壳以及孔1402(可由窗口封住)。孔1402既可用于容纳在机壳1402内的光源的出射窗口,也可用作容纳在机壳1402内的接收器的视窗。通过例如固定构件1406安装倾斜传感器1404使其与机壳1400之间为固定关系。来自倾斜传感器1404的输出信号经信号调节电路1408处理并与预设的可接受的示数比较,以提供偏差信号。当所述偏差信号超出阈值时,故障状态可由通讯网络(例如数据线1410)或通过其它通信或信号发射装置(如无线通讯连接)传递至外部监测设备。

[0328] 为了确定所述系统能够探测烟雾,需要保证摄像机观察激光束路径的视场中没有障碍物。所述光束和摄像机之间的物体使摄像机观察不到部分所述光束的路径,从而使得不能探测沿着被遮挡部分的光束中的烟雾。因此需要在所述光束和摄像机之间的区域范围内检查摄像机的视场,以保证其中没有物体存在。本发明人已经发现多种可用于探测此区域内物体的方法,以下对这些方法中的一些进行说明。

[0329] 可使用对本领域技术人员而言显而易见的修改方案将以下的监控技术应用于一系列的AVSD系统构造方案,例如使用在不同区域内进行烟雾探测的一个或多个光源和/或一个或多个光传感器的系统。

[0330] 在图15所示的系统构造方案中,光源1500和接收器1502彼此紧密相邻。接收器1502被配置为观察与激光束1506的路径一致的要求的区域。反射器1504可为角立方型或其

它反射设备,安装在受监测的区域的相对端,并反射光束1506使其穿过所述受监测的体积,其反射方向使接收器1502可用于探测来自光束1506的返回路径上的由烟雾或其它颗粒造成的向前散射。

[0331] 光源1500安装在扫射机构上,以使光束可扫过弧线1510。任何位于由激光器1500、摄像机1502和反射器1504限定的区域内物体,例如1512,当被所述激光器扫过时将被所述激光器照明。这样的照明可被摄像机探测到并指示故障。

[0332] 在一个实施方案中,所述系统被构造为包含多个成对工作的光源和接收器,在此实施方案中可使用相同的方法。

[0333] 另一种可用于本发明的一些实施方案中的监控方法涉及:发射光使其穿过受监测的区域,并检查是否有任何侵入物体投射出阴影。在图16中示出了实施该监控方法的系统1600。在系统1600中,光源1602照亮了靠近面向后方的摄像机1606的区域1604。当物体例如1608进入该区域时,该物体在由光源1602照明的背底表面1612上投射出阴影1610。可对摄像机1606的输出进行分析以探测物体1608投射的阴影1610,当探测到阴影时指示故障。

[0334] 相同的或另外的发光器-接收器对(pair)可用于初级烟雾探测。

[0335] 已知当光源照明不透明物体的边缘时,在所述物体的边缘可见到闪光。取决于对所述物体和光源的视角,所述闪光可能是反射或折射引起的。在本发明的实施方案中可利用这一现象来探测侵入物体的存在。参考图17,光源1700发射光束1702穿过受监测的区域1704。光束1702优选照明整个受监测区域。若光束1702窄,则上述方案可通过用例如可控的镜等将光束1702扫过所述区域来实现。或者,可以使用更宽的覆盖整个感兴趣区1704的光束实现。

[0336] 光放射线1706可由适当导向的可控的窄光束1702形成,或为较宽光束的一部分,与侵入物体1708的边缘吻合。在此情况下,从所述物体的边缘反射的闪光1710可被接收器1712观察到。如上述实施方案所述,可对接收器1712的输出进行分析以确定这种闪光的存在,并且当识别到一个闪光时即可发出误差信号。这种方法的缺点是区域1714不能受到监控,因为光会从光源1700直接被接收器1712接收。这可能会导致接收器的探测元件过载。

[0337] 在其它实施方案中,由于物体周围的光折射,也会见到闪光。在图18中示出了与图17中的系统相同的系统1800,光放射线1802射到侵入物1804距摄像机1712最远的边缘。在此情况下,通过折射,探测器1712可观察到闪光。由于光源1702本身不能被接收器1712观察到,并且在此时不再能够观察到任何通常可被传感器观察到的光,因此侵入物1708还是可以被探测到。

[0338] 在将探测来自物体的闪光的操作用于监控的上述实施方案中,可能存在不能受到监控的区域。该区域难以通过闪光检测,因为由于来自源的射向或靠近传感器透镜的光可能会导致接收系统过载或饱和。例如,若所述传感器为CCD摄像机,则与光源周围的区域关联的像素可能充分饱和并在相邻像素处光晕化,从而造成不能用这些像素探测闪光。在这种情况下,可使用替换的或另外的机构监控该区域。

[0339] 一种能够用于监控在传感器的视场内的光源的附近区域的技术为:使用物理尺寸足以覆盖原本未受监控的区域的区域的光源,如图19所示。在此实施方案中,图17的系统增设了灯条1902,所述灯条安装在光源1700的旁边。当灯条1902工作时,侵入物1908会挡住接收器1712对部分或全部灯条1902的视野。可对接收器1712的输出进行分析,探测侵入物并指示

故障。由传感器1712以及灯条1902的边缘构成的三角形包围了大部分的前述未受监控的区域。其余的未受监控的区域1904可通过其它方法监控,如接近传感器或本领域技术人员已知的其它装置。

[0340] 另一种监控机构可将光束后方的背底用于可能地探测进入到感兴趣区中的侵入物。在这种情况下,当系统如在任何普通建筑物内的情况那样被安装为使传感器在一定的背底下观察感兴趣区时,所述传感器可被构造为探测背底图像中的变化以确定是否有物体进入了感兴趣区。实际上,该实施方案与上述使用阴影探测侵入物的方法类似,但是不需要照明光束以通过阴影在背底中制造出变化。

[0341] 这样的系统具有的潜在缺点是,可能难以确定在背底图像中观察到的变化是否发生在光束和摄像机之间,即感兴趣区中,或难以确定所述变化是否仅在不会对系统探测能力造成影响的背底区域内。在优选形式中,可通过多增加至少一个接收器使其从不同的视点观察基本相同的感兴趣区来解决这样的歧义性。通过使用这种配置方案,使用几何原理可相对直接地计算出视场内的受探测物体的位置。所述系统因而可以将良性放置(benignly placed)的物体与可能干扰系统探测烟雾的能力的物体区分开来。

[0342] 这种背底监测方法的另外的问题是,在黑暗环境中,可能没有能被观察到的背底,因此可能不能确定感兴趣区内是否存在侵入物。一种克服该方法的问题是使用主动照明从而当所述感兴趣区中没有侵入物时传感器总能够观察到至少部分背底特征。例如,若摄像机对专用照明光源发出的不可见的电磁辐射(例如IR)敏感,则可以用该波长的辐射照明背底。

[0343] 在该方法的另一个实施方案中,所述背底区域可被独立的光源(如LED灯或其光输出可被传感器观察到的其它小灯)照射。所述独立的光源有效地为宽范围的灯条,可按照上述实施方案实施。

[0344] 在另一个实施方案中,光可射到部分或全部背底上,所述背底与传感器对感兴趣区的视场一致。该发出的光可为光片的形式,当其到达表面上时形成传感器可见的条带,或者可为一束或多束光,所述一束或多束光可为静止的或扫过背底表面,形成传感器可见的一个或多个斑点;因此,侵入物存在于视场中造成传感器观察到的表面花样出现差异。

[0345] 在另一个实施方案中,在所述背底上可能被照射出可被所述系统识别的一种或多种花样,因而将侵入物被判断为背底特征的可能性减到最低。

[0346] 图23示出了一个使用垂直扫射光束监控的实施方案。系统2300包含摄像机2302,扫射光源2306位于所述摄像机的视场2304中。来自所述光源的光束可垂直扫过摄像机2302可见的部分天花板2308和部分墙壁2310。扫射光源2306被制成扫过基本与视场2304重叠的区域,投射出例如2312的放射线。其它中间的扫射位置可根据必须被探测到的物体尺寸的要求进行选择。

[0347] 在该系统中,进入视场中的侵入物2314挡住了区域2316使其无法被接收器2302观察到。通过分析接收器2302的输出,结合已知的扫射光源2306的位置,发现由于物体2314的遮挡效果,在一些扫射位置上摄像机2302将无法观察到墙壁或天花板上的光。在此情况下可指示故障状态。

[0348] 在实施方案中,当所述系统具有两对安装在相对方向上的摄像机和接收器时,即每端具有一个光源和一个接收器时,也可使用灯条监控所述感兴趣区。

[0349] 图21示出了这种类型的系统2100,包括被构造为监测相应的感兴趣区2106的第一光源2102和接收器2104。系统2100还包含被构造为监控相应的感兴趣区2116的第二光源2112和接收器2114。系统2100还包括两个灯条2108和2118。所述灯条2108和2118安装在第一光源2102和第二接收器2114之间以及第二光源2112和第一接收器2104之间。因此,在使用中探测侵入物的工作任务可分为两部分,使每个激光器-接收器对监测所述感兴趣区中的不同范围。三角形区域2106受第一接收器2104和第一灯条2108的监测,该监测通过由传感器2104检查灯条的强度特征中的任何变化来实现,所述变化如上所述可能会被解释成是由侵入物遮住了来自灯条2108的光所导致的。类似地,三角形区域2116受第二接收器2114和第二灯条2118监测。

[0350] 图22示出了装置2200的示例性实施方案,该装置可用在本发明这一方面的一个优选实施方案中。装置2200包含机壳2202,在此机壳中安装着可用在图21中所示类型的系统的每端的光源2204、灯条2206和接收器2208的组合。在该实例中,光源2204将用于向安装在系统相对端的类似设备发射光束,以探测由安装在那一端的接收器散射的光。安装在所述相对端的光源将向传感器2208发射光束,以通过所述光束的散射探测颗粒。灯条2206从光源2204延伸至传感器2208,安装在系统相对端的光传感器使用灯条2206以监控如上所述的感兴趣区。

[0351] 在本发明的实施方案中,优选用于颗粒探测的初级光源为激光束,并且例如为了美观,其波长是人眼可见度低或不可见的。在一个实施方案中,可有利地使用通常可用的波长在780nm区的红外激光二极管。这种激光二极管良好地平衡了相对低的成本和令人满意的小颗粒探测性能,并且因为人眼对它们在窄波带内发出的波长非常不敏感,因此它们的可见度低。然而,当使用这种激光二极管时可能出现以下的问题。

[0352] 在一些实施方案中,可能需要一个或多个另外的光源以支持一些功能,如帮助确定所述光源的位置、瞄准激光束和监控传感器的视场。在这种情况下可使用LED设备,因为激光二极管较为昂贵并且需要更多的配套电路。LED设备可被集中为与初级光源相同的波长,但在目前可用的技术中,LED设备发出在较宽的范围内的光并且对于人眼具有较高的可见度,这可能有碍美观,特别是当其用于低环境光的情况下,如在剧院中。

[0353] 自动减小低环境照明中的可见显示的强度是已知的;例如LED闹钟通常配备光传感器,所述光传感器使LED的显示在变暗的房间中变得昏暗。然而,虽然这些方法针对保持对人眼的敏感度,本发明的实施方案仍然必须解决以下难题:使LED设备“开”时的强度降至基本消除它们的可见度的干扰效应的点,与此同时它们保持足够强以使相关联的传感器探测到的信号足以发挥正确功能。

[0354] 在该优选实施方案中,仅使用两个LED照明强度的亮度水平——即是说,可为三种可能状态“关”、“亮”或“暗”之一。状态“亮”或“暗”的选择是基于与预定的阈值相比的测得的环境照明强度进行的。为了避免在亮和暗的状态之间不必要的迅速变化,将滞后应用于所述阈值。

[0355] 可选地,可使用多个强度水平,以使LED的强度保持在足以在环境以上的预定水平上,以可靠地实现希望的功能,同时将干扰性可见度最小化。

[0356] 在一个实施方案中,环境光水平可使用光敏组件有利地测定,所述光敏组件已经存在于所述系统中发挥着另一种初级功能。这一方案的优点在于使组件数量最少化,因此

对于成本和可靠性而言都是有益的。例如,通过测试在LED位置的区域中像素的强度或测试当LED关闭时在其位置处的像素强度,光源端的环境光水平可在传感器端受到监测。

[0357] 通过使用光脉冲从源至物体并由物体向源反射回来的飞行时间能够确定距物体的距离。可购得的“激光雷达(lidar)”系统用于捕猎、高尔夫或普通目的的距离测量。这种类型的系统的一个实施方案可用于监控感兴趣区中是否有侵入物。

[0358] 图20示出了本发明的一个使用飞行时间测试来监控感兴趣区的实施方案。脉冲光源2000照亮了包含侵入物2004的区域2002。来自物体2004的反射光2006返回到位于脉冲光源2000附近的接收器2008。定时电路(未显示)用于控制光源2000和接收器2008,并测量从光源2000发出、被物体2004反射并返回传感器2008的光脉冲的往返时间。之后可通过简单的计算确定距物体2004的距离。由于系统已知从光源2000到主系统接收器2002之间的距离,因此若飞行时间测试表明在两者之间的空间内存在物体,则可指示故障。

[0359] 当小颗粒(跨度高达几个波长)散射光时,它们几乎不表现出有改变入射光的偏振方向的趋势。另一方面,大颗粒和物体,例如大灰尘颗粒、昆虫和其它大的障碍物,特别是粗糙的或不规则的障碍物会改变散射光的偏振性质。因此,通过使用已知偏振态的入射光和偏振敏感性的传感器,能够改变系统对大颗粒而不是小颗粒的相对敏感度。

[0360] 在使用偏振技术的本发明的实施方案中,所述系统将安装偏振敏感传感器,如装有偏振滤波器的摄像机,所述偏振滤波器安装在摄像机外部或内置在摄像机机壳或光学器件中。或者,所述传感器的正面也可安装偏振滤波器,或所述传感器可具有内秉偏振敏感度。

[0361] 在一些实施方案中,探测到的由烟雾颗粒散射的光与不希望的环境光的比可通过在所述摄像机前安置偏振滤波器并用偏振光源照明所述受监测的体积用约等于2的因子改进。在这种情况下,为了达到最佳敏感度,所述光源和摄像机滤波器的偏振应为平行对准的。若光源或滤波器的偏振旋转90度,则仅会探测到改变了入射光的偏振态的颗粒。在这种情况下对小颗粒的敏感度会大幅降低,因为小颗粒在散射光时没有改变偏振的趋势。但仍然基本保留对大而粗的颗粒或非镜面的响应。因此可得到很大颗粒的密度的测试量。

[0362] 在以下的说明中,术语“交叉偏振散射系数”指的是在所述光源和传感器的偏振垂直的配置方案中的测试结果。在起偏器对准光源偏振的配置方案中的测试结果用“平行偏振散射系数”表示。

[0363] 通常,对于平行偏振散射系数,交叉偏振散射系数可根据以下因素采用不同的值:

[0364] 相对于传播方向的散射角;

[0365] 相对于入射光的偏振面的散射角;

[0366] 照明波长;

[0367] 散射物质的类型和数量。

[0368] 若所述系统并入了用于测量平行偏振散射系数和交叉偏振散射系数的装置,则通过分析独立的量和/或比较它们的相对强度,可发现以下益处:

[0369] • 减少了由于空气中的昆虫、蜘蛛网和其它小侵入物导致的虚警率。

[0370] • 减少了由于空气中的灰尘导致的虚警率。

[0371] • 侵入光束中的大物体可如上所述被识别并被拒判从而不导致虚警。

[0372] 在具有可自动移动的光源的系统中,所述系统可使用该信息来将光束重新定位到

更为有利的位置或远离障碍物的位置。

[0373] 图24示出了既能探测交叉偏振散射系数又能探测平行偏振散射系数的系统2400。所述系统包含至少一个垂直偏振光源2402和至少一个平行偏振光源2404,上述两个光源分别发出光束2406和2408。光束2406和2408受传感器2410的监测,在本例中所述传感器2410为摄像机,并且其上安装着垂直偏振滤波器2412。在本实施方案中,通过选择性的打开垂直偏振光源2402和平行光源2404,可分别获得所述平行偏振散射系数和交叉偏振散射系数。很明显,所述系统可以以另外的偏振配置方案工作。

[0374] 图25示出了一个可选的实施方案,该实施方案也可用于测量所述系统中的平行偏振系数和交叉偏振系数。

[0375] 在图25中示出了系统2500,包括发射光束2504的单偏振光源2502。所述光束2504受传感器2506的监测,所述传感器2506可为摄影机。传感器2506装有偏振滤波器2508,所述偏振滤波器2508的偏振方向可受偏振旋转器2510的控制。通过启动偏振旋转器2510可确定交叉偏振散射系数和平行偏振散射系数的大小。在一个优选的实施方案中,偏振旋转器2510可为液晶型。它也可被构造为物理旋转偏振滤波器2508的机械设备。

[0376] 通过对本实施方案作出各种修改可得到这种系统的其它的实施方案。例如,可将所述偏振滤波器固定,并且所述光源的偏振方向可以为可旋转的,以发射在第一偏振方向和第二偏振方向上的光。在一个可选的实施方案中,所述系统可装有两个带有偏振滤波器的摄像机,每个摄像机均被设置为监测不同偏振方向的光束。在第三个实施方案中,可通过使用分光器将光束一分为二从而采用双成像,从而对于摄像机存在两个相同的图像,但其中之一通过平行起偏器,另一个通过交叉起偏器。或者,两个AVSD系统可配置为紧密相邻,每个AVSD系统被构造为在不同偏振方向上工作。

[0377] 另一个变化方案为使用圆偏振或椭圆偏振。在使用线偏振时,使滤波器吻合光的偏振态将使得能够接收到由小颗粒散射的光,并且使用对偏(优选正交)的滤波器和光源的偏振态将发现由大而不规则的颗粒散射的光。

[0378] 当通过所述系统得到含有散射数据的图像时,若将要使用背底对消技术,如本文其它部分中所述的那些技术,则仍然需要捕捉光源关闭时的图像帧。在此情况下,捕捉的图像序列可由交错的正常帧、交叉偏振帧和闭帧组成,所述闭帧用于对两个“开”的测量进行背底对消。或者,可捕捉一组平行偏振帧和“闭”帧,之后捕捉一组交叉偏振帧和“闭”帧,或任意其它顺序。由于两个测量在时间上是彼此紧邻发生的,因此所述交错的方法是优选的。另外,使用基本相同的光路进行测量的构造方案是优选的,因为这种构造方案避免发生由于被观察的体积内的颗粒密度的不均匀性造成的偏差。

[0379] 在一些实施方案中能够仅捕捉在图像序列中的平行偏振帧和交叉偏振帧而不捕捉闭帧,但这将对可进行的分析造成限制。在这种情况下,如在我们共同待审的申请中所述,所述交叉偏振帧可被当成闭帧用于背底对消技术中。这样的系统仍然可以有效地拒判灰尘和大颗粒。

[0380] 由于可以同时拍摄平行偏振帧和交叉偏振帧,这种系统可有利地用于具有双摄像机或双成像的系统中。

[0381] 并且,并不是绝对必须使用精确平行对准和垂直对准的偏振取向。但是,在其它的对准方式下,信号处理更为复杂。在此情况下,两个散射测量将为平行偏振值和交叉偏振值

的线性结合。只要已知偏振角,就可以计算出所述平行偏振散射系数和交叉偏振散射系数。

[0382] 当得到所述平行偏振散射系数和交叉偏振散射系数之后,有很多方法可用于处理该数据。

[0383] 第一种方法为:忽略具有强的交叉偏振散射响应的空间区域(即那些部分的光束),因为这表示该区域受到大颗粒或物体(即非烟雾颗粒)的影响。在这种情况下,所述系统可被构造为形成故障状态从而有所动作,如请求检修。或者,在能够移动光束的实施方案中,所述系统可被构造为控制所述光束离开所述区域。可使用固定的或适配的阈值和延迟或其它现存的判定算法来确定何时触发故障或控制光束。这可沿所述光束以像素为基础或以扇形区或“虚拟探测器”为基础来应用。

[0384] 在第二种方法中,所述交叉偏振散射系数可被缩放,之后用平行偏振散射系数减去上述交叉偏振散射系数。得到的散射数据绝大部分仅来自小颗粒,因此将减少灰尘等造成的虚警。选择缩放因子以充分地对消一般的干扰性颗粒,如尘云。

[0385] 一种更为精细的数据处理方法为:补偿尘云随时间变化的颗粒尺寸分布。在典型的尘云中,由于灰尘颗粒的重力分离作用,与经过一段时间后的尘云相比,刚产生时的尘云的颗粒尺寸分布会含有相对较多的大颗粒。这可通过(例如)使用快攻慢退(fast-attack, slow-decay)滤波器和对交叉偏振散射响应数据应用缩放来建立模型。然后,可用平行偏振散射数据减去该经过滤的响应,从而得到除了尘云中的颗粒之外的颗粒的估计的散射。通过考虑扩散效应可进一步改进所述模型。本领域技术人员会想出可应用的过滤方法。

[0386] 警报阈值、延迟或其它判定参数可基于交叉偏振散射响应数据变化以降低虚警的可能性。在烟雾探测系统中,“火灾”阈值为响起火警并呼叫消防队时的烟雾水平。烟雾探测器系统还可具有提前报警或预警以警报即将发生的起火状态。这种预警通常并不具有与火警相同的监管性要求(regulatory requirements),因此当改变这些水平时不指示故障是可以接受的,以避免对干扰性物质的发生响应。因此,对于一些系统,仅当需要触发火警阈值时才发出故障状态的信号的方案是足够的,从而避免虚警。

[0387] 图26示出了用于监测区域2602的AVSD系统2600。正如可从以上说明中了解到的那样,AVSD系统特别适合于监测大的开放区域,在所述开放区域中,单个光束可代替许多传统的烟雾探测器。但是正如在图26所示的配置方案中,受监测的区域2602可另外包含较小的毗连空间,如也需要防火保护的办公室2604、2606、2608和2610。上述问题的一种解决方案为:提供将空气从所述毗连空间抽到受AVSD系统保护的区域的装置。在图26的实例中,每个房间2604-2610均设有各自的风扇2612-2618,所述风扇被构造为将空气从所述房间泵送到受AVSD监测的体积中。AVSD系统2600设置在体积2602内,与来自其它体积的空气进入的位点紧密相邻。这种类型的系统的一个实施方案可实施为:通过例如发射辐射线使其穿过一排套间(cabinet)的顶部或沿着一排套间的后部来监测多个设备间。其它实施方案也可用于监测隧道中的坑洞。

[0388] 在可选的实施方案中,可使用管道将空气从副体积中转移到主体积2602中。

[0389] 在一些实施方案中,建立AVSD系统用于在背散射几何条件下而不是在本文中的大部分实施方案中所述的前向散射配置方案中进行监测。这样的背散射系统具有超越前向散射系统的内在的优点,表现在系统的主动(即电动的)组件全部位于系统的同一端。很明显,这一方案在布线和安装的其它方面具有优势。

[0390] 然而,背散射系统具有以下缺陷:通常它们比前向散射几何条件的敏感度低。实际上对烟雾散射性质的测量已经揭示,以浅角1-20度向前散射的光比朝向源的向后散射光多大约100倍,导致向后散射光几乎100:1的性能损失。

[0391] 这样大的敏感度损失可通过减小摄像机/激光器间距和/或增加激光功率来恢复到一定程度。但是增加激光功率可能造成系统安全性的问题。

[0392] 在背散射状态下,由于激光射斑应在摄像机的视场内,因此可增加基于帧率的激光安全联锁装置,该装置使得能够以足够的安全性使用更高的激光功率。

[0393] 也可使用焦距更长的透镜以帮助恢复空间分辨率的损失。

[0394] 基础AVSD系统中存在的一个问题是,遮挡摄像机视场的物体可导致系统不能探测烟雾。在防火保护业中,这种故障状态如果不伴随着来自所述烟雾探测系统的报错或故障信号,则被称为重大故障或重大失误。人们要求经检验的系统发生重大故障的可能性非常低。用于监测摄像机视场和探测故障状态的方法在本专利中另行说明。

[0395] 另一种变化方案为简单地不使用散射信号发出火警。

[0396] 代替地,散射(优选前向散射)测量结果通过摄像机获得,以发挥提前警报功能并提供烟雾位置的指示。所述烟雾探测功能(即用于呼叫消防队或触发灭火系统的火警信号)独立地产生。例如使用已作为AVSD系统的一部分的激光器通过监测到达目标处的激光功率可以触发所述预警或提前报警。如上所述,该方案可以以多种方法实现,包括在目标处使用光探测器、在目标处使用角反射器或向后反射器以及在激光器端使用光探测器。当在那里探测到的光束功率略有减小时,可认为所述光束受到有效遮挡,作为光探测器工作。这种配置方案不再需要复杂的摄像机视场监控系统,同时保留了AVSD系统的大部分益处。

[0397] 另一个变化方案为,使用独立的烟雾探测系统,如吸气式烟雾探测器,例如由艾克利斯公司以商标VESDA销售的系统,从而为建筑物或区域提供已检验的烟雾探测功能,并且使用一个或多个AVSD系统提供提前报警和烟雾定位功能。

[0398] 本发明人观察到,在AVSD系统中,当在激光束的路径下存在大热源时导致目标斑点的位置以热源效应(heat shimmer)为特征的方式快速变化,这是由于大气密度快速变化导致了折射。在本发明的一个实施方案中,通过处理目标斑点的传感器输出(例如影像)或通过准确地探测在目标斑点处接收到的光水平,并且检查接收光水平的变化,可以识别所述位置变化。可有利地利用所述热源效应的识别以辨别来自几乎或完全不产生烟雾的燃料(例如乙醇)的火焰或在火焰出现之前来自过热的电或化学处理仪器的危险。

[0399] 为了消除背底移动和闪光等的影响,人们希望提供一种消除在捕捉到的图像中与来自激光束的散射光无关的信息的机构。许多方法可用来实施这一方案,如拍摄一定顺序的图像,例如激光打开时的一张图像和激光关闭时的另一张图像,并用一张的信息减去另一张的信息。这一方案的优点是简单,但如果背底相对于捕捉图像的帧速快速变化,则该方案的有效性较低。

[0400] 一种健壮性更好的方法为:同时拍摄至少两张场景相同但使用不同滤波装置的图像,从而使拍摄的两张图像对来自光束的散射辐射具有不同的敏感度。这样的图像可通过减去法或其它数学算法进行处理,以基本上拒判背底的移动、闪光或其它变化,同时仍能提供足够的对来自激光束的散射光的敏感度。

[0401] 合适的滤波装置可包括波长滤波器。其中至少一个滤波器被设计为使散射的激光

通过,同时另外至少一个被设计为使另一波长的光通过。图26A示出了实施该方法的一个合适的方案。此图示出了用于AVSD系统的传感器2648系统,包含两个图像传感器2650和2652,每个传感器配备各自的透镜系统2654和2656。第一传感器2650还具有被构造为使第一波长的EM辐射通过的滤波器2658,同时第二传感器具有适于使第二波长的EM辐射通过的第二滤波器2660。

[0402] 另一种滤波配置方案类似于图26A所示的方案,在图像传感器元件的前面使用偏振滤波器(代替或同时使用波长滤波器),从而使至少一个图像传感器对与光源相同的偏振方向敏感,同时另外至少一个传感器比先前的传感器敏感度低。

[0403] 在另一个实施方案中,使用镜或棱镜或类似物在一个图像传感器单元上结合了两幅或更多幅这样的经滤波的图像,从而使通过第一(优选更敏感的)滤波器的光射向成像芯片的一个部分,同时使至少一幅已经通过第二(优选较不敏感的)滤波器的图像落到所述图像芯片的另外一个部分上。该配置方案的优点在于,仅用一个图像传感芯片就能同时记录两幅或更多幅图像。图26B示出了这种类型的传感器系统2680工作的概览图,图26C示出了传感器配置方案2682的细节。

[0404] 系统2680包含传感器配置方案2682,在普通图像传感器2684上捕捉到双图像。从受监测的场景中捕捉到的部分光经镜2690反射穿过透镜2692。这束光(光放射线A)然后通过滤波器1 2686,再被传感器2684的第一部分捕获。未被反射的光(光放射线B)先后穿过透镜2692和滤波器2 2688,之后被传感器2684的第二部分捕获。滤波器2686和2688可为不同的偏振滤波器或波长滤波器以实施任一上述方法。或者可省掉所述滤波器之一,并可得到经滤波的和未经滤波的路径。

[0405] 应该注意的是,所述镜相对于所述透镜和图像传感器以及光到达传感器系统2680之前穿过的孔的位置使得能够捕捉到场景基本相同的两幅图像。

[0406] 可使用各种背底对消方法以补偿变化的背底状态。如上所述,背底对消算法一般会对多张“发光器开”的图像帧和“发光器关”的图像帧进行加和或平均。

[0407] 在用“发光器开”的帧减去“发光器关”的帧之前,用因子f对“发光器关”的帧进行缩放,以补偿“关”的图像相对于“开”的图像的照明水平的变化。最佳的因子f可通过使用从图像中感兴趣区两侧的区域得到的亮度信息进行估计:

$$[0408] \quad f = \frac{\left(\frac{\mu_{on1}}{\mu_{off1}} + \frac{\mu_{on2}}{\mu_{off2}} \right)}{2}$$

[0409] 其中:

[0410] μ 为位于感兴趣区任一侧的背底区域1和2的像素强度的平均值,用下标标示,下标还表示图像为发光器打开的帧还是发光器关闭的帧。

[0411] 该原理可扩展至考虑沿路径而不仅是所述路径的任一侧的变化,方法是将背底区域1和2以及感兴趣区(积分区域)沿着光路的长度方向细分为片段,并对每个分区进行计算。所述片段可在摄像机分辨率允许的范围内尽量窄。

[0412] 或者数值f可用下式计算:

$$[0413] \quad f = \frac{\mu_{on1} + \mu_{on2}}{\mu_{off1} + \mu_{off2}}$$

[0414] 或

$$[0415] \quad f = \left(\frac{\mu_{on1} \cdot \mu_{on2}}{\mu_{off1} \cdot \mu_{off2}} \right)^{1/2}$$

[0416] 在另一个实施方案中,可用由感兴趣区计算得到的示数减去由背底区域计算得到的背底“散射”水平(或灰度或烟雾)。这一操作的原理是:引起小的烟雾示数的暂时性照明变化通常会以类似于影响感兴趣区(积分区域)的方式影响背底区域。通过对背底区域进行相同的计算,可得到对在积分区域中产生的偏差的估计值,并用感兴趣区的示数减去该估计值。

[0417] 例如,可使用下式计算出校正的感兴趣区的灰度:

$$[0418] \quad G_{Corrected} = I_{on} - I_{off} - \frac{1}{2}(B_{1on} - B_{1off} + B_{2on} - B_{2off})$$

[0419] 其中:

[0420] $G_{Corrected}$ 为校正了背底散射的由散射造成的感兴趣区中的灰度。

[0421] I_{on} 和 I_{off} 如其下标所示为激光器打开或关闭的帧(或者开帧或闭帧的平均值)中的积分区域的未经校正的总灰度。

[0422] B 如其下标所示为在激光器打开或关闭的帧中的背底区域1或2(如下标所示)中的总像素强度值。

[0423] 在此实例中,用从积分区域得到的散射值($I_{on}-I_{off}$)减去从两个背底区域(1和2)得到的两个散射值($B_{1on}-B_{1off}$)和($B_{2on}-B_{2off}$)的平均值。可使用独立的像素值、在光路范围内积分得到的原始灰度、最终烟雾值或在任何中间步骤中的烟雾值并改变计算工作量的程度来进行这些计算。

[0424] 对于所有上述方法,应优选对所述背底区域进行选择使其不包含不希望的特性,如饱和或者局部闪光或噪声。可排除独立的像素或区域。在一些情况下,可用的像素可仅存在于所述积分区域的一侧。

[0425] 值得注意的是,即使在不存在照明水平快速变化的问题的环境中,本文所述的对消方法可能仍然具有超越简单的减去法(即消除不希望的来自激光的散射光的方法,若不将其消除,则所述散射光在不存在烟雾的情况下会导致恒定的“背底”烟雾示数)的优势。所述的这些背底对消方法消除了积分区域中不希望的散射,前提是所述积分区域中的散射约等于背底区域中的散射平均值。若所述散射基本上由非镜面反射造成,则预计可以实现该状态。

[0426] 另一种方法为,简单地忽略(例如归零化或限定其值)积分区域中所对应的“背底散射”显著或过大的那些部分。发生这种情况的阈值可关联至或源于火警阈值。这一目的在于避免虚假火警。若具有高背底散射水平的状态持续的时间过长,则应该指示故障以校正这种状态。如上所述的具有自动光束控制的系统可在指示故障之前尝试通过选择不同的光束位置来自行校正。

[0427] 在一些实施方案中,将上述的方法结合的方案可能是有利的,从而使小扰动获得补偿,可能无法充分补偿的大扰动被简单地删除。以此方式,火警水平不需要受到损害,并且将火灾判定的虚警率降到最低,而提前报警仍继续以其最大能力工作,并且系统将不再那么频繁地发出故障信号。

[0428] 正如一般的基于光散射的烟雾探测的情况那样,光束中的灰尘或其它大颗粒可能造成虚警。本发明的发明人发现,在AVSD系统中,这样的颗粒通常对应于光束的积分区域内的独立的像素,所述像素不成比例地大幅贡献了总接收光信号。另一方面,烟雾有散开并变得分散的趋势,从而形成“更平滑”的图像。

[0429] 可通过实施用于识别灰尘存在的方法,例如通过探测相对于主导(prevaling)时间平均值、附近空间平均值或相对于上述两个平均值的散射峰值来利用大颗粒的这种性质。

[0430] 以下给出这种技术的示例性的实施方案,在这些实例中,使用的数据样本为经过背底对消的单像素(pixel wise)灰度或散射值。在一个可选的实施方案中,代替使用独立的像素,对集合数据(如散射对(vs.)像素半径的数组)进行这些滤波技术。

[0431] (a) 时间瞬态滤波

[0432] 总而言之,本实例通过将来自积分区域中的每个像素的信号(在进行背底对消之后)与之前和/或后续的样本进行比较来操作。当被考察的值与平均值相比超过预定的阈值时,通过例如剪切、抛弃或用局域平均值代替它从而将该值忽略。

[0433] 这种分析也可扩展至允许拒判短期的过度散射。结合使用在样本经滤波之前和之后捕捉的样本可得到计算的平均值。

[0434] (b) 空间瞬态滤波

[0435] 在一个使用空间瞬态滤波的实例中,来自积分区域中的每个像素的信号(在进行背底对消之后)可与相邻像素的平均值进行比较。当被考察的像素值与平均值相比超过了大于预定阈值的值时,可通过例如剪切或抛弃该值从而将该值忽略。

[0436] 这种分析也可扩展至允许拒判短空间或区域内的过度散射。由于具有给定的像素的光束的长度可从光束的一端到另一端大幅改变,因此改变最大许可行程(run length)的措施是有利的。

[0437] 在一个形式中,所述阈值可被确定为来自被考察的像素附近的像素的多个标准差的值。因此,所述系统会倾向于对大大超过来自所述系统的随机噪声这一事件作出响应。也可使用其它基于与所述系统关联的统计量或基于绝对确定的或以经验确定的参数的阈值。

[0438] (c) 统计分析

[0439] 统计分析也可用于辨别灰尘产生的散射信号和烟雾产生的信号。

[0440] 本发明人已经确定,与小颗粒相比,大颗粒倾向于使接收到的光产生更多的时间上和空间上的变化。因此,能够对散射示数进行校正以补偿或至少部分补偿由灰尘或其它大颗粒作出的贡献。虽然还可使用很多的关系或公式,优选的方法为基于灰尘和烟雾的散射贡献的数学模型的方法。

[0441] 在描述校正方法之前,需要给出一些定义和模型。所述模型以及进行的计算基于独立的像素或附近像素的组,使用基本类似的统计数据。

[0442] 假设感兴趣体积中的散射颗粒的总体可分为两类:小的烟雾类颗粒和可能为灰尘

的大颗粒。颗粒尺寸分布可能重叠。接收到的总散射信号为来自两个总体的散射的结合。

$$[0443] \quad \overline{S} = \overline{S_1} + \overline{S_2}$$

[0444] 其中：

[0445] $\overline{S}$ 为一段时间内的总平均散射信号，和

[0446] $\overline{S_1}$ 为来自烟雾的平均散射信号，和

[0447] $\overline{S_2}$ 为来自灰尘的平均散射信号。

[0448] 接收到的散射信号样本的总标准差为

$$[0449] \quad \sigma_{Total}^2 = \sigma_{Background}^2 + \sigma_S^2$$

[0450] 其中：

[0451] σ_{Total} 为经过一段时间接收到的散射信号样本的标准差，

[0452] $\sigma_{Background}$ 为来自系统的与感兴趣体积中的散射不相关联的贡献 (背底照明的变化、散粒噪声、其它电噪声)，

[0453] σ_S 为在感兴趣体积中移动的颗粒造成的散射过程的贡献。

[0454] 所述感兴趣体积定义为激光束与被考察的像素或像素组的视场的交叉点。

[0455] 值 σ_S 本身由灰尘和烟雾颗粒总体的贡献组成。

$$[0456] \quad \sigma_S^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

[0457] 其中：

[0458] σ_1 为感兴趣体积中的烟雾的贡献，和

[0459] σ_2 为感兴趣体积中的灰尘的贡献。

[0460] 并且我们使用相对标准差的通常定义：

$$[0461] \quad R_X = \sigma_X / \overline{X}$$

[0462] 其中：

[0463] R_X 为 X 的样本总体的相对标准差，

[0464] σ_X 为 X 的样本总体的标准差，

[0465] $\overline{X}$ 为 X 的样本总体的平均值。

[0466] 注意到为了当前的目的，这些和其它量的估计值将与实际值可交换地使用 (通常仅可得到估计值)。

[0467] 使用以上的命名习惯，我们定义：

[0468] R_1 为烟雾的相对标准差，和

[0469] R_2 为灰尘的标准差。

[0470] 使用以上定义，对灰尘校正的方法 2700 可如图 27 所示来实施，如下：

[0471] 首先，在步骤 2702 中，所述系统建立了系统背底噪声水平 $\sigma_{Background}$ 。优选对每个像素独立地实施，并且用在光束中存在非常少的散射颗粒时获得的样本计算像素值的标准差从而得到 $\sigma_{Background}$ 。

[0472] 当上述步骤完成时，在步骤 2704 中可建立对于特定系统构造方案的代表性的烟雾和灰尘的相对标准差 (R) 值。通常， $R_{灰尘}$ 应比 $R_{烟雾}$ 大，因为灰尘颗粒更大并造成更多的变化。使

用的物质应产生对于任意烟雾更高的R值和对于任意灰尘更小的R值。这是为了避免在灰尘的存在下过度校正示数和降低对烟雾的敏感度。本领域技术人员会意识到存在牺牲灰尘拒判性换取烟雾敏感度的机会和虚假的负面判定的风险。

[0473] 用上述定义,关系 $\sigma_S = \sqrt{\sigma_{Total}^2 - \sigma_{Background}^2}$ 可用于得到属于每种物质的标准差组分,即相应的R。R值应基本不依赖于颗粒浓度,因此最好使用高浓度(但没有高到会造成本级散射的问题的程度)来减小测试中的偏差。

[0474] 这些R值可能仅可应用于一个像素或像素区域。这是因为积分区域的不同部分中像素可见的光束的不同长度导致像素与像素之间可能存在相当大的变化。

[0475] 然而,对于代表性的系统而言,烟雾和灰尘的R值仅需要确定一次。当建立了一组R值之后,对于非全同的系统的相应值可计算获得或由实验确定。

[0476] 背底噪声水平 ($\sigma_{Background}$) 可随照明状态变化。因此,虽然能够使用固定值,但最好使用随照明状态变化的值。实现上述方案的途径可为:通过使用公式、查找表,或通过已知具有低浓度的散射颗粒的条件下进行测试,或通过使用在没有主动照明的条件下拍摄的图像帧(即“闭帧”)的数据。

[0477] 接下来在步骤2706中,背底对冲后的样本组的来自每个像素的标准差 σ_{Total} 和平均值 $\bar{S}$ 在短时间内(一般为1-10秒)计算得到。

[0478] 在步骤2708中,使用建立的 $\sigma_{Background}$ 和最近的 σ_{Total} 计算出 σ_S :

$$[0479] \quad \sigma_S = \sqrt{\sigma_{Total}^2 - \sigma_{Background}^2}$$

[0480] 然后,在步骤2710中,使用建立的 R_1 、 R_2 和最近的 σ_S 以及 $\bar{S}$ 可构造以下两个等式:

$$[0481] \quad \sigma_S^2 = R_1^2 \bar{S}_1^2 + R_2^2 \bar{S}_2^2$$

$$[0482] \quad \bar{S} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2$$

[0483] 存在两个未知量 $\bar{S}_1$ (来自烟雾的散射) 和 $\bar{S}_2$ (来自灰尘的散射)。

[0484] $\bar{S}_1$ 的解如下:

$$[0485] \quad \bar{S}_2 = \bar{S} - \bar{S}_1 \quad \sigma_S^2 = R_1^2 \bar{S}_1^2 + R_2^2 (\bar{S} - \bar{S}_1)^2$$

[0486] 令 $A = R_1/R_2$ 和 $B = R_S/R_2$

$$[0487] \quad B^2 \bar{S}^2 = A^2 \bar{S}_1^2 + (\bar{S} - \bar{S}_1)^2$$

$$[0488] \quad 0 = (1 + A^2) \bar{S}_1^2 - 2\bar{S} \cdot \bar{S}_1 + (1 - B^2) \bar{S}^2$$

$$[0489] \quad \bar{S}_1 = \bar{S} \cdot \frac{1 \pm \sqrt{1 - (1 + A^2)(1 - B^2)}}{1 + A^2}$$

$$[0490] \quad \bar{S}_1 = \bar{S} \cdot \frac{1 \pm \sqrt{A^2 B^2 - A^2 + B^2}}{1 + A^2}$$

[0491] 由于 $\bar{S} > \bar{S}_1$, 因此唯一的实根为

$$[0492] \quad \bar{S}_1 = \bar{S} \cdot \frac{1 - \sqrt{A^2 B^2 - A^2 + B^2}}{1 + A^2}$$

[0493] 通常因子A小。因此,可得到可接受的近似值:

$$[0494] \quad \bar{S}_1 = \bar{S} (1 - B)$$

$$[0495] \quad \bar{S}_1 = \bar{S} (1 - R_s / R_2)$$

[0496] 必要时,由 $\bar{S}_2 = \bar{S} - \bar{S}_1$ 给出估计的灰尘的贡献。

[0497] 使用以上方法,当散射信号非常小(或等于零)时会出现问题。在这种情况下,项 R_s 的偏差非常大,这主要是由于 $\bar{S}$ 的相对偏差大导致的。在一个极端的实际情况下,可能会出现除以零偏差的情况。在一些实施方案中可通过修正在低散射水平下的灰尘校正来解决这一问题。例如,可使用以下等式:

$$[0498] \quad \bar{S} < S_A, \quad \bar{S}_1 = \bar{S}$$

$$[0499] \quad S_A \leq \bar{S} < S_B, \quad \bar{S}_1 = \bar{S} \left(1 - \frac{\bar{S} - S_A}{S_B - S_A} R_s / R_2 \right)$$

$$[0500] \quad \bar{S} > S_B, \quad \bar{S}_1 = \bar{S} (1 - R_s / R_2)$$

[0501] 值 S_A 为不进行任何校正的阈值, S_B 为允许充分进行校正的第二阈值,对上述两个值进行选择以使系统噪声在任何点都不会对性能造成过度的影响。对本领域技术人员而言许多可选的方案也是显而易见的。

[0502] 可对散射对像素半径的数组或其它集合数据进行这一处理,而不使用独立的像素。

[0503] 这种方法的另一种可用的变化方案涉及类似的处理,但所述处理应用于像素值的空间变化而非时间变化。在另一个变化方案中,经时和跨空间得到的样本的结合可用于增加总样本大小。这减小了统计中的估计偏差,从而得到更佳的灰尘拒判性能和更准确的烟雾示数。

[0504] 另一种变化方案涉及利用可由灰尘导致的高斯散射样本分布。当大颗粒经过光束时可产生明亮的闪光。这与电噪声处理或来自场景的散粒噪声引起的随机波动不同。在不存在颗粒的情况下散射示数的分布接近于高斯分布,这是因为该分布是许多不相关的源的总和。类似地,在可探测水平的小颗粒的存在下散射示数的分布趋向于高斯形态,因为在光束中一般具有大量颗粒。但是,当存在可探测浓度的大颗粒的情况下,存在的颗粒数通常远少于烟雾的颗粒数。因此,该分布可能表现出一些峭度和偏斜度。

[0505] 特别地,本发明人已经确定,可预见在分布的正侧(positive side)有肥尾(fat tail)。因此,可有利地使用比方差或标准差更高的分布矩以确定区别于灰尘的烟雾散射分布。例如,可在与上述类似的方法中使用偏斜度或峭度。对于洁净的空气或烟雾所述偏斜度或(额外的)峭度可预计为接近零,但对于逐渐增加的灰尘浓度为渐增的正数。因此所述偏

斜度或(额外的)峭度可用于将散射示数校正回在不含灰尘时原应有的散射示数。

[0506] 在我们早先的专利申请中公开的基础AVSD系统测试了相对于沿激光束的位置的烟雾颗粒浓度。该数据最终需要转换成火警信号或多重信号,以指示烟雾的大致位置和警报等级。本领域技术人员可以理解的是,火警系统一般会具有2个提前警告或预警等级、一个用于疏散并呼叫消防队的火警等级以及启动自动灭火系统的第四等级。

[0507] 如本文的实施方案和我们共同待审的以及之前的专利申请中所述的AVSD系统可以提供的相关数据,包括烟雾浓度水平对数组下标的数组,该数组代表了对像素测量的距光源的距离。注意,对上述像素的选择是任意的,但是是选择的,因为它基本保持了对后续的处理步骤可用的分辨率。

[0508] 之前存在的一种方法为将光束的可用长度分割成片段,代表“虚拟探测器”。每个虚拟探测器的烟雾水平计为相应片段中的数组下标范围内的烟雾示数的长度加权平均数。

$$[0509] \quad S_{\text{Segment } n-m} = \frac{\sum_{r=n}^m S(r)L(r)}{\sum_{r=n}^m L(r)}$$

[0510] 其中:

[0511] $S_{\text{Segment } n-m}$ 为对应数组下标n到m的片段中的烟雾水平,

[0512] $S(r)$ 为数组下标r处的烟雾水平,

[0513] $L(r)$ 为用数组下标表示的光束的长度。

[0514] 对应于每个虚拟探测器的片段可被设置为在一定程度上有重叠。虽然这种方法相当有效,但当所述片段分得过大时这种方法可能导致过度的稀释,当片段过小时可能导致过度的噪声。例如,若沿着光束的片段的长度为5米而烟雾缕仅在1米的范围内,则测得的烟雾密度将为实际的烟雾缕密度的五分之一。但是,若采用长度为1米的小片段,则噪声水平将更高(由于较少平均),所述系统探测分散的烟雾的能力将有所下降。

[0515] 图27A的流程图中示出了一种处理上述情况的改进的方法。

[0516] 在此方法2750中,在步骤2752中限定了一系列大小不同的片段,而不使用仅为一种大小的相邻的(或重叠的)片段。每个片段具有唯一的空间长度和沿光束上的位置。所述片段可沿着所述光束彼此重叠小(或大)增量。现在,对于任意给定的烟雾缕的位置和宽度,会存在与其吻合良好的限定的光束片段,该片段将产生最高的信噪比。

[0517] 每个如此限定的片段均具有相关联的警报判定逻辑系统(例如使用与之前采用的那些相同的阈值和延迟方案)。可以理解的是,每个片段的警报阈值必须被适度缩放以考虑由不同的平均长度导致的不同的噪声水平(否则将发生虚警)。

[0518] 如上所述,在步骤2754中可限定多个虚拟探测器,以例如对应于所述系统所从属的火灾探测系统内的探测器地址。

[0519] 接下来在步骤2756中,每个片段均与虚拟探测器相关联。这可以通过例如找到距所述片段的空间中心最近的虚拟探测器的位置来实现。

[0520] 在最后的步骤2578中,指定的虚拟探测器的报警水平计为所有与其关联的片段中的最高的报警水平。

[0521] 在一个可选的实施方案中,对于虚拟探测器的烟雾水平计为与其关联的所有片段中探测到的最高烟雾水平。然后将该烟雾水平传送至与所述虚拟探测器相关联而不与所述片段关联的警报判定逻辑系统。窄片段显示出的较高的噪声水平可通过适度缩小示数来进行处理。这一方案具有的优点在于,能够在警报延迟的过程中追踪飘动的烟雾缕。

[0522] 第三个可选的方案为,计算对于每个片段的瞬时报警水平(例如在没有任何延迟的条件下将烟雾与警报阈值进行比较),然后将与给定的虚拟探测器关联的任意片段的最高报警水平传送到与所述虚拟探测器相关联的警报延迟逻辑系统。

[0523] 可以理解的是,与窗口或方形滤波器相同,所述片段已经被有效地描述(即,对包含在片段中的所有数据点均给予相等的权重)。但是也可使用高斯或其它加权方案,这些加权方案可能会显示出稍微改进的与普通的烟雾缕的相关性。

[0524] 由于AVSD系统非常适于在户外或大的开放区域中使用,因此必须考虑阳光对所述系统的影响。通常,阳光可能引起探测器饱和或AVSD系统中的敏感度降低(通过引入噪声)。另外的一种避免或至少减轻阳光或其它杂光对AVSD系统的影响的方法是,谨慎地选择AVSD系统的工作波长。更具体而言,发光器或光探测装置的波长可被调整为对应大气或太阳光谱吸收线的波长。例如在太阳吸收谱中由氢气形成的一条窄吸收线位于约656nm处,该波长是可以使用的。对于这种行将有效的技术,应将合适的滤波器安装到摄像机上,所述滤波器对准该吸收线,并且优选不宽于该吸收线的宽度。

[0525] 若使用大气吸收,则为了避免杂光影响所述系统,可有利地采用电磁谱中的紫外部分。短于约400nm的波长会被地球的大气显著削弱,在地面处,300nm以下的太阳辐照度减弱了多个数量级。通过在AVSD系统中使用300nm以下的光源可对上述特点加以利用。例如,具有波长为266nm的激光器的系统甚至不需要窄波带滤波器,仅用日光阻挡滤波器就足够了。这样的系统可能能够以极少或没有性能损害的状态在全日照下工作。

[0526] 如之前讨论的那样,灰尘信号拒判性对系统的可靠性而言是重要的。本发明人已经认识到多种提高AVSD系统中的灰尘拒判性的方法,包括:

[0527] • 确定给定波长下的分光损失对散射的比

[0528] • 确定多重波长下的散射比

[0529] • 将多重波长分光损失/散射的比结合

[0530] • 确定不同偏振的散射比

[0531] • 确定不同散射角度的散射水平(例如通过使用多个摄像机和/或光束)

[0532] 本发明人已经认识到,灰尘等大颗粒在浅角度上的散射相对较强。本发明人进行的实验室测试表明,对于相同侧散射量,使用偏振垂直于散射平面的波长为800nm的光,在1-4度的角度范围内,灰尘的散射比烟雾等小颗粒的散射多10-100倍左右。因此,AVSD系统优选并入一些措施以降低大颗粒敏感度。

[0533] 一种方法使用来自光束的散射光对分光损失的比值。实验室测试表明,该比值对于灰尘约为30(10-100),对于典型的小颗粒纤维素烟雾约为1-2。发现烃类(正庚烷/甲苯混合物,以及塑料类)产生的一些烟雾得到约为10的比值,但仍然小于大部分灰尘。这些高比值的烟雾通常也会产生比其它烟雾类型多至少10倍的散射,因此基于该比值的灰尘拒判方法也可用作校正对这些烟雾的过敏性。

[0534] 在图28所示的一个优选实施方案中,可使用散射对分光损失的比值对探测到的散

射水平进行校正,如下:

[0535] 在第一步2802中计算光路范围内的总散射。该步骤优选按照步骤2804中所示的内容进行,用确定的散射系数乘以应用所示散射系数的光束片段的长度,并沿所述光束的长度加和。

[0536] 接下来在步骤2806中确定所述光束长度范围内的分光损失。

[0537] 完成上述步骤后,在步骤2808中计算分光损失对散射的比值。然后,选择乘方次数 k 计算该比值的 k 次方, k 通常在1-2之间,从而在步骤2810中确定散射校正因子。

[0538] 在步骤2812中使用所述校正因子以校正由散射产生的烟雾示数。用所述烟雾示数乘以所述校正因子来进行所述校正。

[0539] 指数 k 可用于调整希望的灰尘拒判度。虽然通常在灰尘拒判性和降低烟雾响应性的风险性之间存在此消彼长的关系,但当 k 的值设为1时,会导致散射示数被校正回到与路径损失近似,此时系统会对任意种类的烟雾频繁作出响应。可使用更高值的 k ,但这样会造成拒判真正的报警状态的风险。可以设计出其它使用散射和分光损失的比例关系的方法,所述散射和分光损失的比例关系为遭遇的散射物的类型(如烟雾的类型,或烟雾或灰尘等)的标志。

[0540] 应该注意的是,为了有效地使用上述方法,分光损失测试应具有与所述系统对散射的敏感度大致相同的精确度。因此,当希望所述系统能够以对应于1%/m的散射水平拒判灰尘时,则以1%/m的烟雾和5m长的扇形区,所述分光损失(烟雾)约为5%。为了使校正后的烟雾示数的误差不大于例如20%,所述分光损失必须精确到约1%。

[0541] 因此,分光损失测试敏感度的过度浮动可能会隐蔽真正的报警状态。这造成了对路径损失测试系统的稳定性的要求,而这一要求是不容易达到的。然而,本发明人已经设计出多种可提供要求的敏感度和稳定性的方法或技术。

[0542] 第一种方法通常涉及发射光束使其穿过感兴趣体积(优选与用于散射测试的光束相同)并直接射到光电池上。任选地所述光电池可安装有波长和/或偏振滤波器以减少不必要的光。

[0543] 并且,可采用集光器件使得能够同时使用小电池和大激光束。

[0544] 为了以合适的敏感度工作,所述光电池或集光器件必须截断整条光束的横截面。若非如此,则干涉效应和小的物理扰动可能使接收到的激光功率产生波动。并且,传感器和/或光学器件的集光区域必须足够大以允许可能发生的对准状态的变化,例如由于建筑物移动或晃动等导致的移动。

[0545] 并且,所述集光区域在其区域范围内必须具有足够均一的敏感度,从而使整个光束均匀受测。

[0546] 图29A和29B使出了适用于实施上述技术的系统。

[0547] 图29A示出了具有光源2902的系统2900,所述光源发出光束2904。所述光束终止于用于测试接收到的激光功率的光传感器2906。如上所述,光传感器2906的传感器区域大于光束2904的横截面,从而使所述光传感器能够可靠地捕捉到整条光束。光束2904受第二光捕捉设备(例如摄像机2908)的监测,所述第二光捕捉设备被构造为,以本文其它部分和我们早先的专利申请中所述的方式监测视场2910并发送用于进行颗粒探测的输出信号。

[0548] 图29B示出了与图29A非常相似的系统2920(相同的组件使用相同的附图标记),不

同之处在于,激光器2902发出的光束2904穿过位于光传感器2906前面的成像光学器件2922。成像光学器件2922的集光区域大于光束2904的横截面,从而使所述光传感器能够可靠地捕捉到整条光束并使其汇聚于光传感器2906上。由于光学器件2922的存在,光传感器2906的尺寸可有所减小。类似地,光束2904受第二光捕捉设备(例如摄像机2908)的监测,所述第二光捕捉设备被构造为,以本文其它部分和我们早先的专利申请中所述的方式监测视场2910并发送用于进行颗粒探测的输出信号。

[0549] 在一个可选的实施方案中,激光束可射过感兴趣体积(优选与用于散射测试的光束相同)并射到反射目标上。接收到的反射激光束的功率可在激光器端受到监测。

[0550] 若所述目标为镜面向后反射器,例如角立方镜或小心调整的平面镜,则应该考虑关于图29A和29B系统的内容所述的那些用于保证最佳和稳定的光捕捉的相似因素。然而,若所述目标为非镜面反射器(例如由大量的小反射器组成的向后反射器的粗糙表面),则为了得到高稳定性提出了不同的要求,这是因为对于光电池(或集光器件)而言,截断返回的所有光束是不现实的。

[0551] 图30示出了系统实施这种方法的一个实例。所述系统与图29A和29B的系统类似(相同的组件使用相同的附图标记)。该系统与前述的实施方案的区别在于,系统3000包括反射器。在此情况下,平镜3002横断光束2904并反射返回光束3004。所述返回光束被安装在激光器2902旁边的光传感器3006接收。可以理解的是,成像光学器件也可用在本实施方案中。与前述实施方案相同,光束2904和3004受第二光捕捉设备(例如摄像机2908)的监测,所述第二光捕捉设备被构造为,以本文其它部分和我们早先的专利申请中所述的方式监测视场2910并发送用于进行颗粒探测的输出信号。

[0552] 与前述实施方案相同,为了达到合适的稳定性,所述反射目标区域和光传感器必须足够大,以允许可能随建筑物的移动等发生的对准状态的变化。另外,所述反射目标的光接收区域的反射率必须足够均匀。

[0553] 当使用非镜面反射器时,必须采用额外的措施以保证激光“散斑”不造成太大的变动。

[0554] 激光“散斑”是一种由多路径造成的干涉效应,所述多路径意为光可通过不同的路径从源到达终点的情况。在实际中,这种情况会造成在光束的“斑点”中出现的随机的明亮和黑暗的斑块或“散斑花样”。

[0555] 适用于减小由散斑引起的变动的方法通常基于对大量不相关的散斑峰和谷进行平均的操作。本发明人已设计出以下示例性的技术:

- [0556] • 使用实际情况允许的最大的光传感器。
- [0557] • 使用传感器光学器件使接收到的光发散。
- [0558] • 将激光在较大部分的目标表面内移动,计算示数的经时平均值。
- [0559] • 使用更大的激光束或发散光束以在目标处形成直径更大的斑点。
- [0560] • 使用非相干光源,或当使用相干光源时在传感器或发光器处放置能够用于将光束退相干的设备。
- [0561] • 调节激光器的频率以减小其相干性。
- [0562] • 在接收器处使用尽可能大或实际情况允许的最大的集光透镜。
- [0563] 可以理解的是,自动将光源对准到光探测器上的方法和机构也可用于减小由于不

希望的光束移动造成的接收到的功率的变动。

[0564] 另一种提高分光损失测试稳定性的方法是不时地重新设定100%传送参照水平。优选每当散射信号低于阈值散射水平时就进行上述操作。一旦散射信号在所述阈值以上,则保持最后的校准水平并将其用于后续处理。然而,可以理解的是,若散射水平延续一段时间,由于最后的校准会变长,示数的置信度会随时间降低。

[0565] 为了防止在延长的低水平散射事件过程中算得的分光损失对散射的比值的逐渐浮动造成的影响,应用的校正因子的逐渐减小可

[0566] 在上述内容中应注意到的是,为了能够成功地实施,所述系统一般会需要精确快速可调的激光器控制,以保证分光损失测试不会受到激光器/目标对准状态的微小变化的妨害。以上表述了合适的光束控制机构。

[0567] 如上所述,在本发明的一个实施方案中,能够确定多重波长下的散射比。在此实施方案中,可能需要多个光源。这些光源优选包括一个红外光源和一个波长较短的光源(例如蓝光/紫光或UV)以辨别颗粒尺寸。这使得需要使用目前仍为高成本的、通常寿命期望值短且温度耐受性差的蓝光/紫光或紫外光激光器。

[0568] 这种途径一般在光传感器处需要选择性的滤波器,以使一个摄像机能够观察两种波长,或需要另外的摄像机/滤波器对。

[0569] 在前述实施方案中描述的背底对冲方法包括将多个发光器“开”的帧和发光器“关”的帧进行加和或平均。这些方法一般使用数目相等的开帧和闭帧。

[0570] 然而,若在拍摄帧的过程中背底光水平有所增大或减小,则由于开帧和闭帧不是同时拍摄的,因此存在残余背底组分。

[0571] 可通过改变采样方案将这种效应最小化,,从而使“开”样本与“关”样本的“重心”一致。这可以通过拍摄的闭帧比开帧多(或反之)并使它们交错排列或使用一些其它的排列方式来实现,在所述排列方式中,使用的开帧和闭帧围绕摄像机的时间中点分布。

[0572] 图31示出了一系列的图像序列3100的帧。黑色帧代表“闭帧”,即在关闭光源时拍摄的帧,白色帧为在点亮光源时捕捉到的“开帧”。序列3100包括的闭帧比开帧多一帧,这意味着这一系列开帧的时间中点与这一系列闭帧的时间中点是相同的。

[0573] 在一个可选的方案中,可以对所述帧应用加权。例如,图31示出了第二系列的图像帧3102。在这一系列中,第一个和最后一个闭帧在用于平均或加和时可用因子0.5加权。这使得能够用开帧的和减去闭帧的和来计算得到经背底对消的图像,并避免了对不同数量的帧进行校正的计算工作量。

[0574] 只要“开”曝光和“关”曝光的时间中心吻合,对于随时间线性变化的背底光水平就可以实现确实的对消。

[0575] 在另一个变化方案中,如图32所示,连续的帧序列在它们的边界上共享(一帧或多帧)。在此方面,图32示出了3个连续捕捉的帧序列3200、3202和3204。在此方案中,相邻帧序列3200和3202、3202和3204的边界处的闭帧对上述各序列的闭帧的平均值或加和均作出了贡献。这一方案在有助于在背底水平线性增加或减小的情况下更好地进行背底对消的同时,还避免了需要抛弃可用帧的情况。

[0576] 显而易见,这种技术可与任何用于进行在本文或我们其它共同待审的专利申请中所述的背底对消的其它方法结合。

[0577] 本发明上述方面的一些实施方案需要可扫描或可控制的光源或光学组件。例如，在本发明的实施方案中使用可控式激光束以解决以下问题：

[0578] • 在运转系统之前，调试系统需要精确设定激光束。

[0579] • 安装中的浮动或移动。在此方面，可能需要在发生浮动时对激光束连续调整以精确地保持所要求的路径。例如浮动可能由于建筑物的移动引起，而建筑物在温度或湿度变化时是经常会发生移动的；或者浮动可能是由于安装配置方案中不希望的改动造成的。

[0580] • 物体侵入传感器的视场中——本文所述的一些用于解决这一问题的实施方案包括暂时或连续地改变光束方向。

[0581] 已知一系列的激光束控制机构，这些机构用于各个领域。本发明人已知的实例包括镜式电流计、压电光学器件架和电动台 (motorised kinematic mounts)。但是，对于用于本文提出的颗粒探测系统中的光束控制机构存在特别的限制。例如，本发明的探测系统的一些方面可能存在以下要求，这些要求应得到满足以实现最佳性能。

[0582] 移动范围：在使用光束扫描作为正常工作的一部分的实施方案中可能需要大范围的移动。

[0583] 移动精确度：在本发明的实施方案中，由于每米光束中有少量的总光束功率被散射或被遮挡，因此要求系统的对准状态高度精确。

[0584] 移动速率：在一些实施方案中，可能需要对在安装系统时发生的晃动或高速移动进行补偿，因此需要使用的任何光束控制机构能够对抗几何条件的快速变化。

[0585] 工作寿命：在所要求的颗粒探测系统的工作寿命期间（预计为10年），用于障碍物探测的扫描可能每隔一分钟就进行一次，总计进行五百万次以上。

[0586] 功率消耗：低的功率消耗是理想的。

[0587] 有利的是，用提供健壮性、长工作寿命、低的维护要求和非常低的平均功率消耗的解决方案可以满足这些要求，并且这可以以低的制造成本实现。

[0588] 图33示出了用于本发明的一个优选形式的光束控制机构的第一实施方案。在此例中，所述机构通过改变安装在此机构上的镜的方向来进行工作，而其它光学组件也可安装在其上。光束控制机构3300有利地由2个或多个安装在彼此顶上的平台组成。第一平台3304可相对于架台3302控制，并提供在大的移动范围内的粗略控制，所述粗略控制对于颗粒探测系统在安装时进行的初始粗对准是特别有用的。优选所述第一平台可提供大于40度的、精度为例如 ± 1 度的转动 (travel)。

[0589] 第二平台3306安装在第一平台3304上，并且在其上独立可控，所述第二平台提供在较窄的移动范围内的精细控制，所述精细控制对于在调试过程中进行的精对准以及在浮动情况下维持对准状态是有用的。它还可允许重复进行以探测障碍物为目的的激光束扫描而不会用坏。通常，所述第二平台会提供小于20度的、精度好于 ± 0.05 度的转动。

[0590] 例如，在该优选实施方案中，第一“粗”平台3304可安装于基座3302上，通过将DC电机用在样品台上来提供其方向控制，所述DC电机装有减速箱和连杆机构或凸轮。优选地，使用2个电机，一个控制主要在X（水平）轴方向上的移动，一个控制主要在Y（竖直）轴上的移动。

[0591] 但是，上述方案只是便于设计，选择的轴并不必须正交，只要可以实现在2个维度上进行适当范围的移动即可。

[0592] 在此优选实施方案中,第二“细”平台3306安装在第一平台3304上,通过使用2个电磁音圈传动器提供相对精确的移动。可代替使用已知可选的传动器,如压电型。

[0593] 使用这种多平台方法获得的益处有:

[0594] 更低的成本——虽然构造一个结合了宽范围的移动和精度的移动系统是可行的,但这要求昂贵的、制成极小的公差的组件。而所述多平台方法可以使用低成本的组件。

[0595] 长的工作寿命——选用于所述第二平台的传动器,如音圈或压电设备,不会以与其它可得到的传动机构相同的方式损坏。

[0596] 刚刚描述的控制机构可如下用于在AVSD系统调试过程中(或其它时间)使用的目标获取工序中,如图34的流程图所示。

[0597] 目标获取方法3400开始时(在步骤3402中)将粗定位平台(优选还有精定位平台)置于其集中位置(centralized position),所述集中位置优选为未通电的静止位置。然后,所述系统优选粗略对准到例如10-20度。该初始粗对准通常由技术人员手动进行,例如简单地依赖于安装测试和装有光源和目标的墙壁的相对珠光度(pearliness)来进行。

[0598] 接下来,在步骤3402中,所述粗对准平台在软件的控制下移动从而将激光束粗略靠近所要求的目标位置,例如在1或2度以内。

[0599] 接下来,在步骤3404中停住所述粗对准平台。优选地,所述粗对准平台被建造为当撤去电源时稳定地保持静止。

[0600] 然后,在步骤3404中,移动所述细对准平台以控制激光束达到所需要的位置。

[0601] 使用的目标获取算法可为在本文件中另行描述的任意的获取算法或任何本领域技术人员已知的办法。

[0602] 本发明的其它方面涉及可独立地或结合地使用的机械改进或修改方案,以改进本文所述的AVSD系统的可靠性或精确性。

[0603] AVSD系统中可能出现的一个问题是空气中的颗粒对摄像机和激光器的光敏表面造成污染。这样的污染可能造成系统的有效敏感度和图像分辨率的下降。虽然可将图像捕捉设备、发光器或任何中间光学系统密封隔绝大气以保护它们,但最外面的光学表面,例如透镜和窗口仍然易受污染。

[0604] 防止颗粒接触暴露的光敏表面的一种方法是將光敏表面放置于外壳中距其接收或传送光时光穿过的孔的距离相当远的位置。所述孔使光能够进入摄像机,或使来自激光器的光束射出,但是会在所述光学表面和环境气氛之间形成一个基本静止的空气的小区域。任何进入所述孔的污物颗粒容易在到达光敏表面之前沉积在光学上不重要的表面上。另外,可以除去那些可能仍然悬浮在空气中并且因此能够到达光敏表面上的小颗粒。

[0605] 图35示出了上述类型的光学配置方案3500。光学配置方案3500包括AVSD系统的组件3502(例如发光器,如激光器;或光探测器,如摄像机),所述组件包括暴露的光学元件3504,所述光学元件可为透镜或窗口等。机壳3506包围着该组件3502并包括孔3508,光可通过该孔进入或离开所述机壳。在孔3508和暴露的光学组件3504之间,所述机壳包围着体积3510,在该体积内存在相对静止的空气。

[0606] 除去悬浮在体积3510中的轻颗粒的一种方法为,对在空气体积3510的范围内建立的电场进行设置,从而在空气中的颗粒到达所述光敏表面之前将所述颗粒拉出空气。

[0607] 在图36的实施方案中,通过将永久带电材料3512和3514置于空气体积3510附近来

被动提供电场。这样的材料是众所周知的,可包括例如永电体,如可从3M公司购得的永电体,或另一种极化的铁电材料。优选地,机壳3506的建造方案使得当受到过度污染时能够方便地替换或清洁材料3512和3514。

[0608] 在另一个实施方案中,如图37所示,所述电场可主动产生,例如通过多种已知的电子方法之中的任意一种。在此实施方案3700中,机壳3506包括两个分别位于体积3510一侧的带电板3702和3704。电路3706维持板3702和3704之间的电场。所述电路可为例如逆变器/电容-二极管梯配置方案,也被称为Cockcroft-Walton倍压器。

[0609] 另一种防止颗粒到达光敏表面的方法是通过引入对流的洁净空气。可通过使用风扇拉动外部空气通过过滤器来提供所述洁净空气。图38示出了这样一个配置方案的实例。一般来讲,机壳3506和光学组件3502与图35示出的那些是相同的(相同的组件使用相同的附图标记)。该配置方案3800另外包括安装在机壳3506内部的风扇3802,所述风扇被配置为拉动空气通过过滤器3804并进入所述机壳。然后,迫使以此方式进入所述机壳的洁净空气绕过光学组件3506并以箭头3806的方向通过孔3508离开机壳3506。可通过使用管道或其它类似的装置改进该系统,以将洁净空气直接吹到暴露的光敏表面3504上以保证其不受污染。

[0610] 在系统的暴露的光学表面上(例如传感器或激光发生器的透镜上)移动的活的生物、特别是昆虫或蜘蛛可能导致出现一个相关的但稍有不同的问题。昆虫,如大飞蛾,可降落在传感器视窗上,挡住不可接受程度的部分视野;或落到光源上,可能部分或全部挡住所述光源发出的光束。另外,尤其是蜘蛛可结网粘附于光学表面上,对系统性能造成不利影响。

[0611] 类似的问题已经通过使用化学驱虫剂、杀虫剂、低粘性涂层以及擦拭器来保护摄像机得到了解决。但这些方法的有效性有限并且需要经常更新或维护。

[0612] 一种可选的保护光学器件不受虫子或类似物侵占的方法为,将导电体围绕所述孔置于所述机壳中或所述暴露的光学组件的周围。然后,该导体可设有高压电源,从而在任何昆虫侵入到光学器件上之前将其电死。为了防止潜在地伤及人类,将电流限制为无害的水平并与机壳上的安全联锁装置共同工作,当打开所述机壳时,所述安全联锁装置会将高压断开。

[0613] 在本发明的一些实施方案中,在短时间内所述系统的光学元件中的一个或多个被部分或全部挡住是可忍受的。例如,若遮挡物在短于预定的门限时间(例如30秒)内被清除,则这种情况可被认为是可接受的,并且不会导致要求任何行动。但是,若遮挡物持续时间比门限时间长,则可使用本文所述的一种或多种方法探测到故障。

[0614] 已知监控摄像机使用多种方法清除并保持视窗清洁。一个实例是使用擦拭器。但是,擦拭器的缺点在于,它们可能需要频繁的维护并要求消耗型的溶剂以防止干擦对光学表面造成伤害。

[0615] 本发明人已经确定,通过使用耐刮窗口,例如蓝宝石窗口,可缓解上述问题。然而也提出了其它解决该问题的方法。

[0616] 现有技术中的解决方案的另一个实例公开在国际专利公开W005096091A1中,发明名称为:摄像机及清洁摄像机的方法。上述文献提供了一种透明盖,所述透明盖可被除去从而摆脱异物,或者至少可转动以提供较清晰的视野。类似的技术已用于在其它类似的情况

中,例如转动常设于船舶的驾驶台上的视窗中的透明盘以摆脱浪花飞沫。

[0617] 在本发明的实施方案中,光学元件的光路或视野穿过由至少一个移动元件清扫的外壳的至少一部分。所述移动元件防止昆虫或其它异物落到所述光学表面上。

[0618] 参考图39,示出了适于容纳摄像机的机壳的一个实施方案。机壳配置方案3900大致近似于图35-39所示那些,因此具有相同功能的元件具有于前述实施方案相同的附图标记。图39的系统与前述系统的不同点在于,机壳3902设有形式为电动的多扇叶轴流风扇3904的移动元件。确定风扇的大小和位置使其扇叶在机壳3902内充满大部分视孔3906,而摄像机3504通过所述视孔捕捉光。在使用时,摄像机3908越过转动的风扇的扇叶进行观察以捕捉图像。

[0619] 摄像机3908的开孔时间和所述风扇优选通过软件同步,从而使得当摄像机3908捕捉每帧时透镜视野都不会被风扇扇叶挡住。为了帮助实现这一方案,风扇电机优选为DC无刷型并配备有整流输出信号。或者,许多已知方法中的任意一种可用于控制或确定电机的速度和角相位。

[0620] 在另外的实施方案中,可简单地抛弃任何被风扇扇叶遮挡的摄像机的帧。

[0621] 有利地,所述风扇可被配置为:以与上述方法相同的方式将空气拉出机壳3902,因此防止了空气中的灰尘等进入外壳。为了帮助实现这一方案,所述机壳可安装过滤器3910以用洁净空气替换被风扇3904拉出机壳3902的空气。

[0622] 风扇3904可连续转动,或优选为了延长其寿命,仅当已探测到遮挡物时工作。所述风扇也可以间歇性工作以测试或维持可用性。

[0623] 有利地,除了摄像机视野的区域不可遮挡之外,孔3906可被部分遮挡,以限制气流速率。

[0624] 在一个可选的实施方案中,所述移动元件可为擦拭器、刷子、简单的杆或类似物,可在视孔的范围内进行往复运动,以保护光学器件不被昆虫、蜘蛛或其它异物侵入。特别地,为了避免沉积蜘蛛网的问题,在一个实施方案中,可使所述移动元件在孔的范围内运动时全部或部分旋转,从而以线轴一样的方式收集蛛丝。

[0625] 本领域技术人员可以理解,本发明的这一方面可另外应用于保护光源(例如激光器)和摄像机。

[0626] 当AVSD系统在弱光条件下工作时,或所述系统经受高温时,降低图像传感设备或光源的温度是有利的,从而提高其可靠性并减低测试噪声。在这一方面的一个典型的实施方案中,冷却设备(如珀尔帖冷却机)与所述光源紧密地物理接触,吸收热能使其消散到外部环境中。

[0627] 图41示出了根据本发明这一方面的一个实施方案的一个图像捕捉配置方案。所述图像捕捉配置方案4100包括图像捕捉元件4102,例如安装在电路板4104上的CCD或CMOS图像捕捉芯片。所述图像捕捉元件4102被构造为通过成像器件(如透镜4106)观察感兴趣区中的光源。珀尔帖冷却设备4108安装在电路板4104上图像捕捉设备4102的相对侧,所述珀尔帖冷却设备反过来与散热器4110偶联。珀尔帖冷却机4108将热从图像捕捉设备4102传递至散热器4110,所述散热器将热传至大气中。为了防止从散热器4110发散出的热加热图像捕捉设备4102,设置了隔热体4112。为了提高所述散热器的散热效率,所述系统可并入风扇,以迫使空气围绕散热器4110循环。在可选的实施方案中,热管可用于使散热器位于距图像

捕捉设备4102更远的位置以进一步有助于散热。

[0628] 前述AVSD系统使用了一束或多束静止的光束,所述静止的光束穿过受监测的体积照明固定的线形感兴趣区。

[0629] 虽然间隔设置在受保护的空间范围内的这些静止光束使烟雾探测的实施能够符合监管性要求并能令人满意地用于许多领域,然而,一细缕烟雾,特别是来自浓的高温火焰的烟雾可能偶然地穿过光束之间而不被探测到。

[0630] 为了杜绝这种可能性,本发明的实施方案可提供一个或多个有效的不中断的激光平面并使其穿过可受监测的空间。该光平面可通过光学系统(如柱状透镜)或通过一束或多束光扫过所述体积来产生。

[0631] 图42示出了这种类型的一个示例性的AVSD系统。系统4200被构造为监测房间4202并包括光源4204和形式为摄像机4206的图像捕捉装置。光源4204照明平面4208,所述平面大部分在摄像机4206的视场内。如上所述,光源4204可通过将线性光束从一侧扫到另一侧或通过使用光学聚焦装置(如柱状透镜)来照明平面。

[0632] 使用这样的配置方案,只要一细缕的烟雾4210到达光平面4208的高度就会立即引起散射,不可能穿过平面4208而不引起散射。

[0633] 可以预见的是,在所述平面范围内的位点上可达到的测试敏感度将根据散射角度发生变化,这可在软件中自动补偿;但是,所述烟雾缕因此将在可能的最短时间内被探测到。

[0634] 一种实施光束扫射的机构为使用旋转的八角镜。图43示出了包括光源4302的光束扫射配置方案4302,所述光源发出光束4304。光束4304在旋转的八角镜4306处反射。随着镜4306旋转,到达镜表面的光束的入射角发生改变,并且反射光束扫过扇形区4308。

[0635] 如上所述,通过扫过所述光束,所述系统具有连续监测比静止光束监测的区域更大的区域的优点,同时能够使用简单且可靠的光束扫射机构。

[0636] 由于激光器移动,摄像机图像中的光束位置也会移动。若摄像机与激光器位于同一平面内,则所述光束会被限制在所述图像中的核线上,但由于几何条件随时间变化,位置信息仍然是模糊不清的。为了克服上述问题,故意地使激光器扫射与摄像机帧率不再同步。从而使激光器在每个相连的曝光时间内扫过一组不同的次级区域。在一段时间后可重复该循环。然后,通过解一组联立方程可从一组这样的图像中恢复所述位置信息。通常在所述图像中沿光束获得每个像素的灰度的AVSD方法在尝试对移动的激光束的模糊效应去卷积之前应用。

[0637] 若光束扫射速率足够低,则可忽略模糊效应。

[0638] 由于部分的激光束的扫射可穿过摄像机透镜,因此可检测激光器扫射对摄像机快门的正确相位。在大部分的时间内,当激光器越过所述透镜时,所述激光器可关闭(blanked),而当需要检测时,所述激光器保持打开。还可以相同的方式(将在水平面上发生的扫射成像)检测激光器倾斜的调整状态。

[0639] 如上所述基于边缘扫描的摄像机视场监控也可以以此物理配置方案进行。

[0640] 在另一个实施方案中,使用与光束成一定角度的旋转镜扫射光束可产生光帘。优选将所述镜设为相对于光束的入射方向成45度,并绕着平行于所述光束的轴旋转。图45示出了一个合适的配置方案。在此配置方案中,光源4502向镜4506发出光束4504。将镜4506设

为相对于入射光束4504成45度角,并且以相对于来自光源的光束4504的发射方向为直角的方向反射光。镜4506可绕轴4508旋转,以使光束4504扫出垂直于入射光束4504的平面。可通过改变光束4504入射到镜4506上的角度来改变所述光束扫出的光帘的形状。在另外的实施方案中,还能够另外绕着垂直于轴4508的轴旋转所述镜。在此实施方案中,可使所述光束扫过一个三维的体积。在此例中,所述镜可安装在允许绕多重轴运动的万向型配置方案中。

[0641] 在明亮的照明条件下必须采取措施以避免在捕获的图像中发生饱和,这样的措施包括:使用小孔径(高F数)、衰减滤镜(通常为中灰型)以及短的快门时间。不幸的是,这些措施直接与引入的衰减系数成比例地降低了系统敏感度。

[0642] 一个可选方案为采用短的快门时间所允许的较高的帧率。通过使用短的快门时间,在给定的时间内可捕获更多的图像,从而降低噪声。

[0643] 原理上,若所述快门时间必须用因子N减小以避免饱和,则所述帧率可增加N倍。因此,积分长度可通过因子N增加。假设摄像机噪声(折合为像素值)不变,额外的平均通过因子 $\sqrt{N}$ 减小所述系统噪声,但增益变化劣化了N倍。因此,净结果为 $\sqrt{N}$ 倍劣化的噪声水平,但这已经比在不增加帧率的情况下发生N倍劣化的结果好多了。

[0644] 因此,通过使用该方法不再需要受到中灰滤镜或大F值(F-stops)造成的全敏感度损害。

[0645] 高帧率的重要的额外益处是,降低了对于快速的背底照明变化的敏感度。

[0646] 在一个典型的实施方案中,使用F 1.6透镜和窄波带干涉滤波器(50nm)可减少不希望的光,并且在大量阳光的环境下,对于常规的CMOS图像传感器,超过2ms的曝光时间可造成饱和。因此,例如,可使用2ms的曝光时间,此时允许约600帧每秒的帧率。对比在更为常规的速率25fps下工作的系统,上述方案将使噪声减低并由此得到约为因子5的敏感度改进。

[0647] 在现有技术中,低成本的640×480的CMOS图像传感器通常不能够实现600fps,60fps的最大速率是更常见的。一种允许在高速率下工作的方法为:

[0648] 将传感器主动窗口编程为窄的水平窗口,例如高48像素×宽640像素。

[0649] 从所述传感器中仅提取部分所述图像,然后立即复位所述传感器用于下一帧。

[0650] 保证发射出的激光束的图像出现在所述窗口中。

[0651] 在实际中,通过对摄像机采用的水平安装方向可实现正确的定向,用此摄像机,激光器和激光束都位于大致水平的平面内。

[0652] 在此例中,垂直高度为成像器全分辨率的十分之一,从而帧率能够实现高达10倍的增量。

[0653] 当AVSD系统监测的体积中存在高水平的颗粒物时,这会对AVSD的初级光源发出的光束造成高度的遮挡。在这种条件下,由所述颗粒散射的光本身被剧烈散射和吸收。这可能导致烟雾水平测试中的误差。在非常高水平的烟雾下,在从初级光源向前的方向上散射的可探测的光的强度可降低至非常低的水平,甚或在获得的图像中不可见。

[0654] 特别地,当仅采用基于散射的探测时,烟雾密度急速上升的状态可能会显示为故障状态。另外,可能难以将高水平与低水平的烟雾区分开,因为在探测散射光的传感器处接收到的光极少。

[0655] 图44示出了提升的烟雾水平对接收到的散射信号的影响。该图的点基于感兴趣体

积中均匀的颗粒密度用匀质散射、非吸收性颗粒计算得到。以两个路径长度20米和70米作图。如图可见,在低水平下,例如遮挡水平高达约1%每米时,散射信号相对紧密地跟随理想响应并与遮挡值成比例增加。在较高的遮挡值下,散射信号在转折点处稳定,并最终下降。

[0656] 图线不是单调递增的事实导致歧义性,因为任何探测到的散射水平一般会对应两个不同的遮挡值(即两个不同水平的颗粒浓度)因此,需要解决或避免这种歧义性以准确地确定颗粒浓度。

[0657] 一种避免所述歧义性的方法为,使用充分地,在图线的转折点以下的警报阈值,使得在烟雾达到所述转折点之前会发出警报。

[0658] 为了减小散射示数的误差,沿光束长度的总分光损失可根据沿所述光束的平均烟雾水平估计得到。然后该估计值可用于放大所述散射示数,因为无论光子的散射是在摄像机附近还是在激光器附近、或是在两者之间发生,光子的路径长度都基本相同。然后反馈这些新的散射示数,以改进对总分光损失的估计,并且重复该工序直到得到希望的散射精度,但是,检测收敛失败是重要的。

[0659] 若发生了收敛失败,则可用适度大的烟雾水平代替不收敛值输出,从而使所有的下游判定系统发出警报。

[0660] 一种更为精密的方法为:对路径以小片段建模,对每个片段基于该片段接收到的散射光使用估计的分光损失。这些值使得能够得到总分光损失的更好的估计值。需要再次进行重复。这样的“有限元”方法对本领域技术人员而言是已知的。

[0661] 或者,所述系统中可加入另外的能够在高烟雾水平下测试的探测器。

[0662] 校正散射光信号衰减的优选方法为:使用激光束到达其路径末端处的强度(相当于所述分光损失)以确定合适的校正因子。最为方便的是,该校正基于初级AVSD激光器。若采用本文中所述的一种或多种监控技术或瞄准技术,则实施这种方法所要求的任何额外的组件需要存在于AVSD系统中。或者,可采用以下的配置方案:

[0663] • 可使用独立的背散射激光器,该激光器受与初级向前散射系统相同的摄像机的监测;

[0664] • 可利用另一个适于在高烟雾密度下工作的完整的AVSD系统;

[0665] • 监测激光目标以测定激光束的到达强度的光探测器,例如在本发明的其它方面所述的光探测器;

[0666] • 在目标处具有反射表面以反射部分或所有激光束使其向位于光源处的光探测器返回的配置方案,所述光探测器在激光束穿过所述体积两次之后确定所述激光束的到达强度。所述反射器可为非镜面的或镜面的,或向后反射器,如上所述。这样的系统的优点在于敏感度有所提高,因为光穿过所述体积两次。

[0667] • 使用摄像机测得的另一个光源的强度。例如,激光器单元可能已经装有标志灯以使得能够准确确定图像中的光源点的位置。类似的标志物可放置在其它系统组件上,并且在所述体积范围内受到监测。

[0668] • 对在摄像机获得的图像内的参比区域的空间频率进行分析。高频组分显著减少意味着大浓度的烟雾,例如,在激光器端的标志灯正常时仅占据传感器视场中的几个像素,而在大浓度烟雾的存在下会晕开更大的区域。从而减少图像中短周期(高频)组分的量。

[0669] • 任何用于测试传送值、遮挡值或任何其它与颗粒浓度有关的参数的方法。

[0670] 在一个非常高水平的遮挡值下,存在源自散射的烟雾水平不可靠的风险,可将测得的激光束的到达强度与散射水平相结合以更可靠地探测颗粒。

[0671] 一种简单的方法是,用源于散射的烟雾水平除以激光束的到达强度(传送值),其中传送值=1-路径范围内的总强度损失。在一个可选的方法中,所述系统可适于在源自散射的烟雾信号和主要源自激光束的到达强度的烟雾信号之间对测试进行加权。这些不同的探测方法之间的偏重可动态确定。例如,在低颗粒水平下,所述系统可被配置为仅使用源自散射的烟雾水平,然而当激光束的到达强度下降时,可更偏重于根据到达强度测试确定的烟雾水平。所述系统可被建立为在两个阈值之间缩放两种烟雾测量的相对贡献。例如,在激光束的到达强度比其期望的强度减弱了少于40%的水平下,可以只使用源自散射的烟雾水平。若激光束的到达强度比期望的强度减弱了大于60%,则可使用一定量的根据接收到的强度测试确定的烟雾。对于在所述阈值之间的到达强度,两者之间的加权平均可提供平滑的过渡。

[0672] 一种可选的将光束长度范围内的强度损失分配给沿所述光束的空间扇形区的方法为:当散射信号充分地在系统噪声水平以上时,基于所述散射信号加权所述分配。以此方式,AVSD系统确定烟雾位置的能力在高烟雾水平下不会损失。

[0673] 可以理解的是,本说明书中公开和定义的发明扩展至所有可选的、文字或附图提及的或由文字或附图明显可见的独立特征中的两项或多项的结合方案。所有这些不同的结合方案构成本发明的各个可选方面。

[0674] 还可以理解的是,本说明书中使用的术语“包括”(或其语法上的变体)等同于术语“包含”,并且不应被认为排除其它元素或特征的存在。

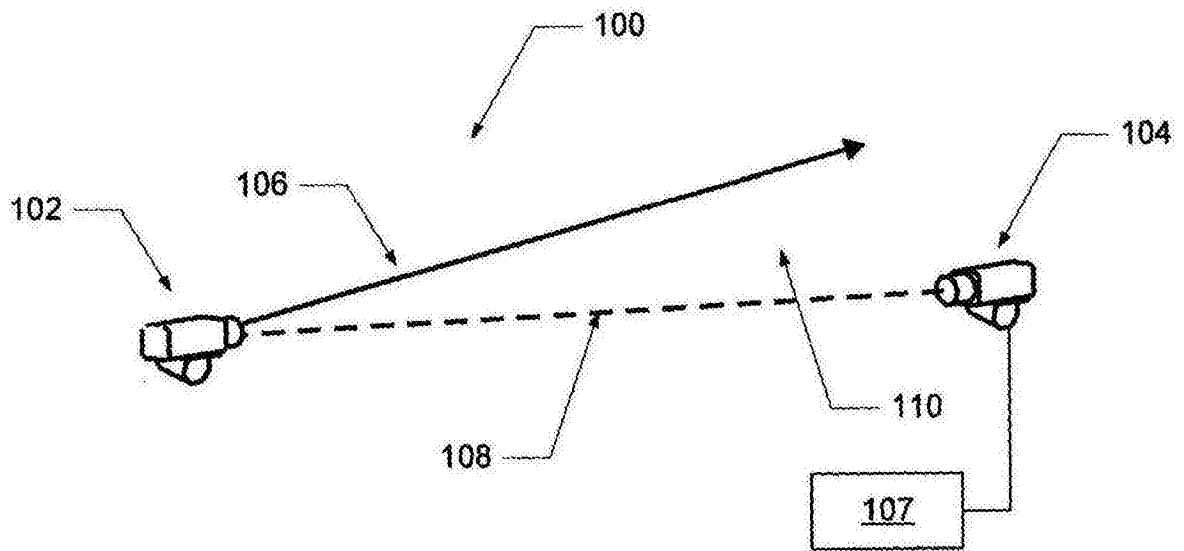


图1

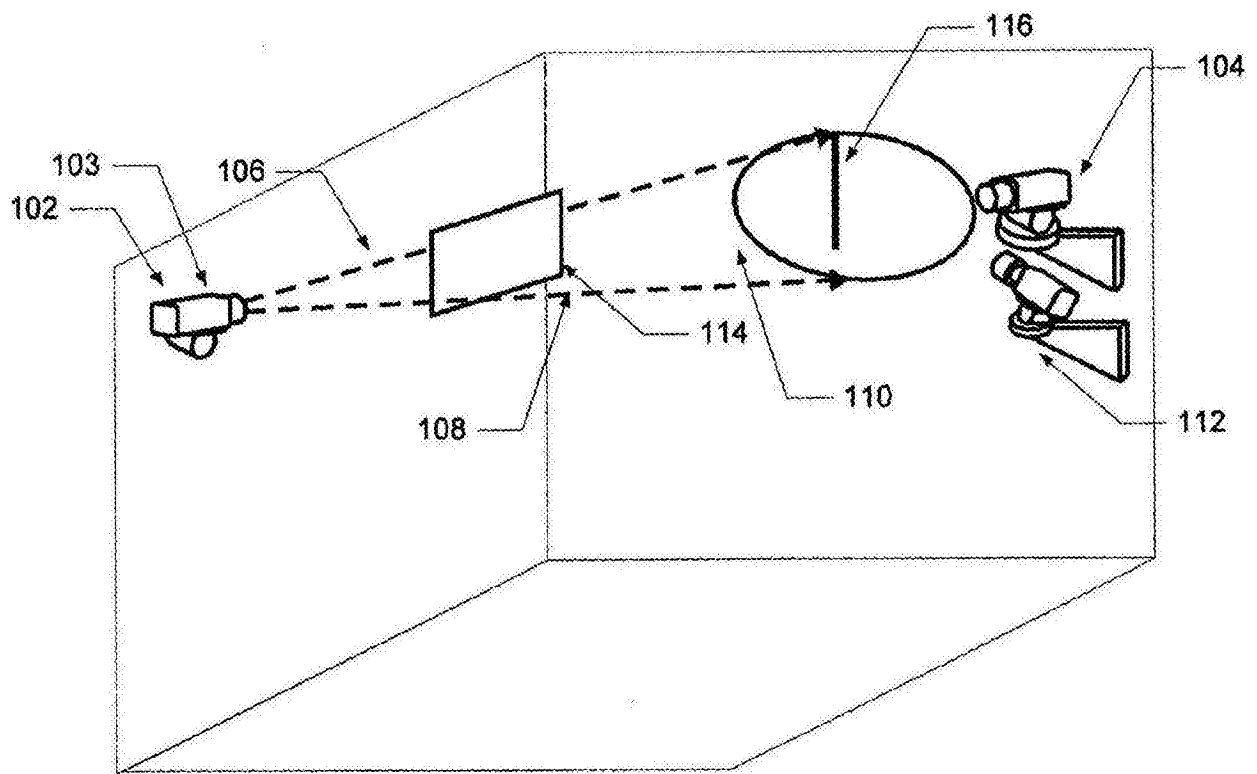


图2

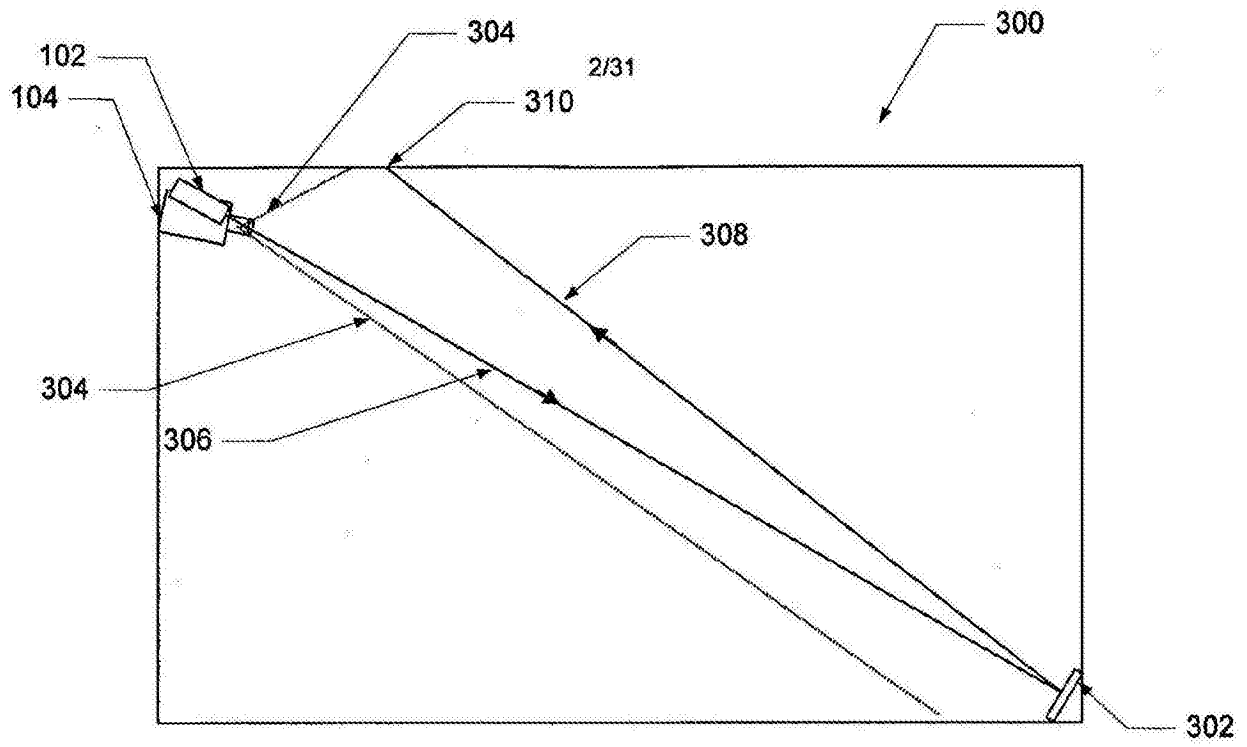


图3

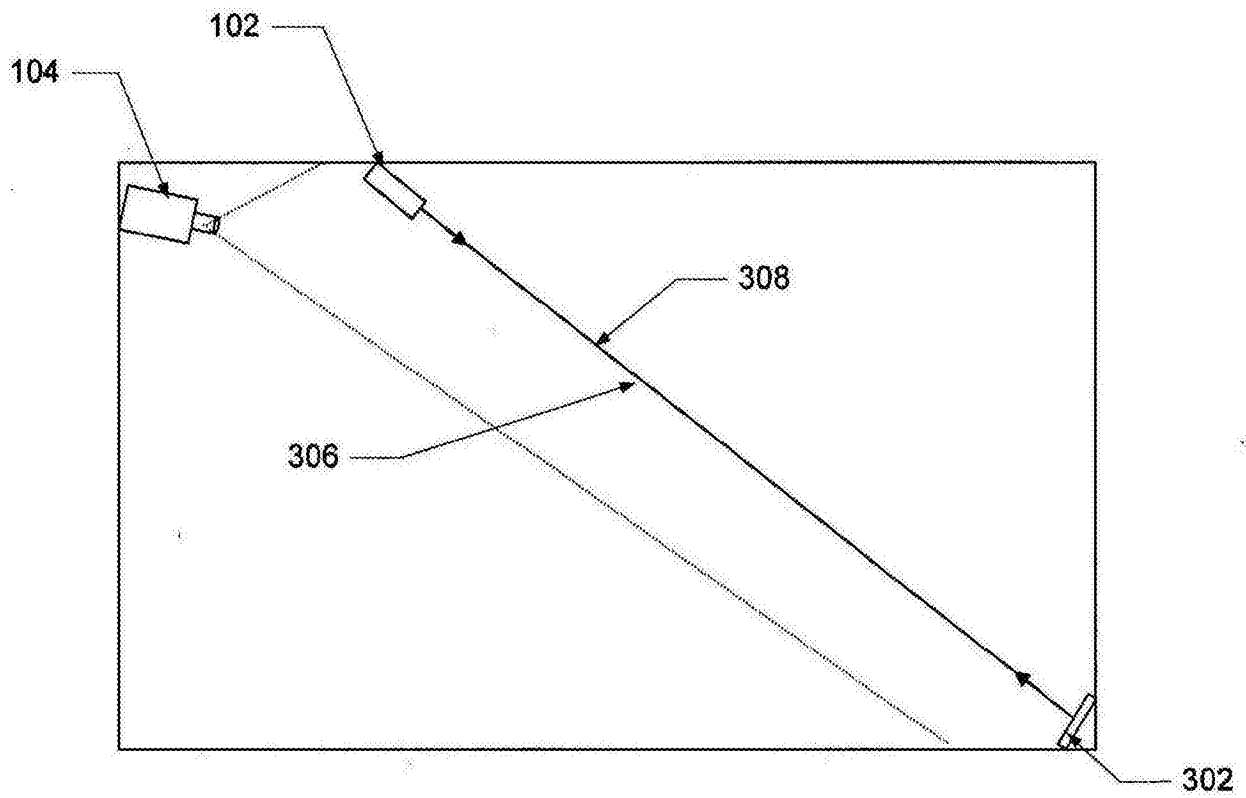


图4

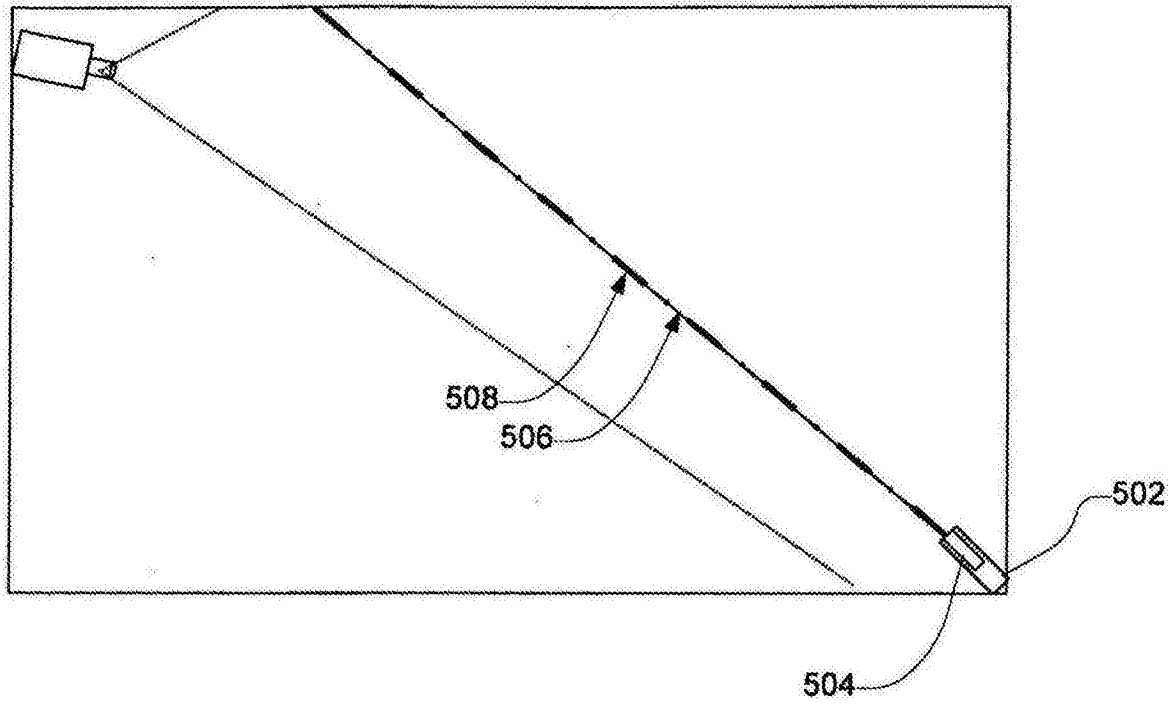


图5

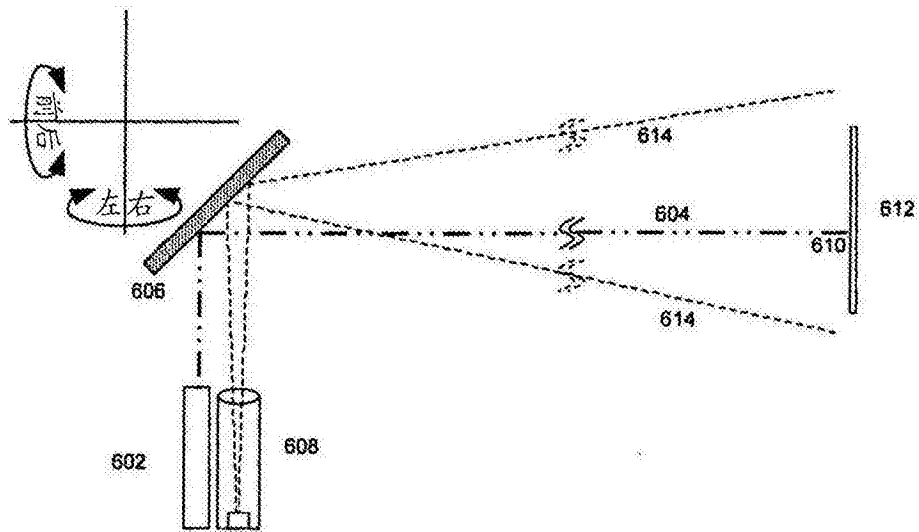


图6

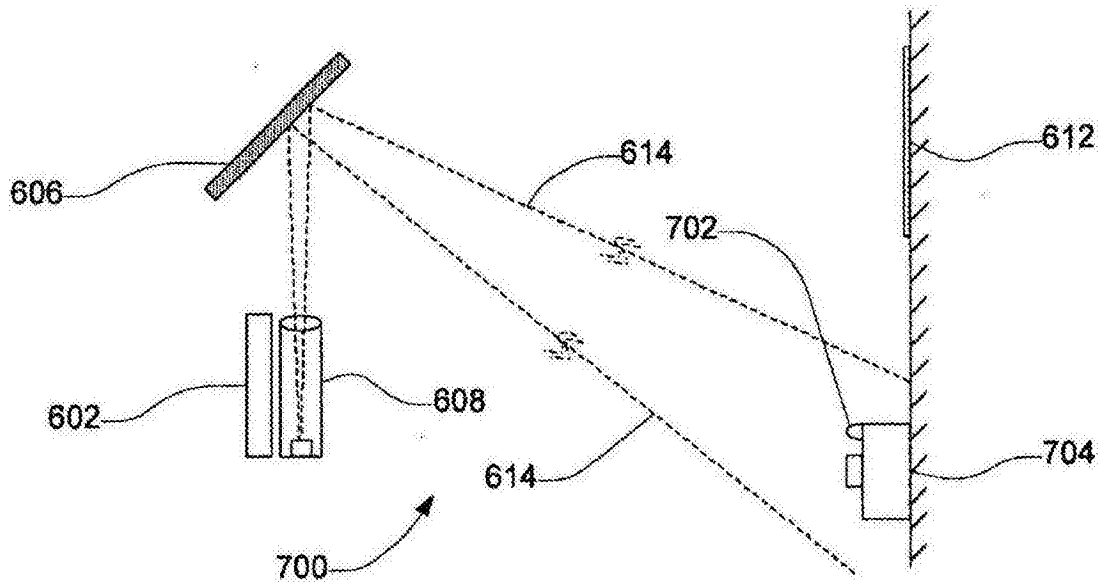
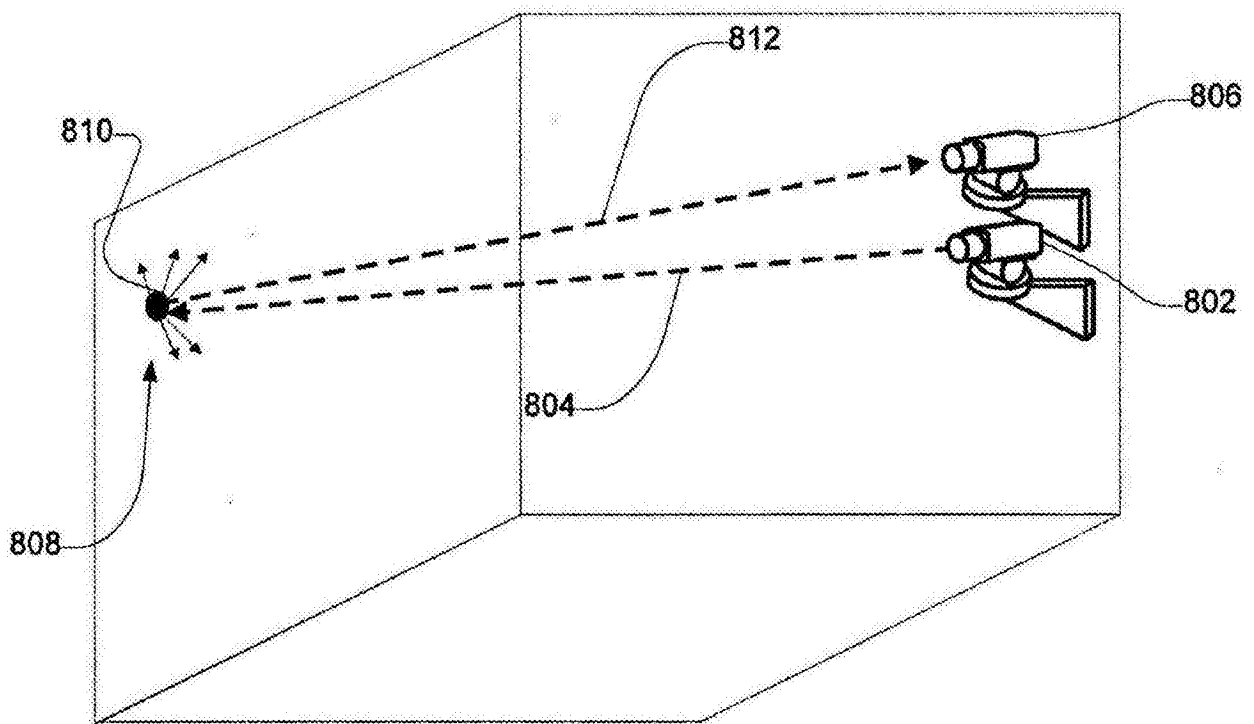


图7



1. 光源
2. 向外的光束
3. 照明点
4. 散射光
5. 返回光
6. 接收探测器

图8

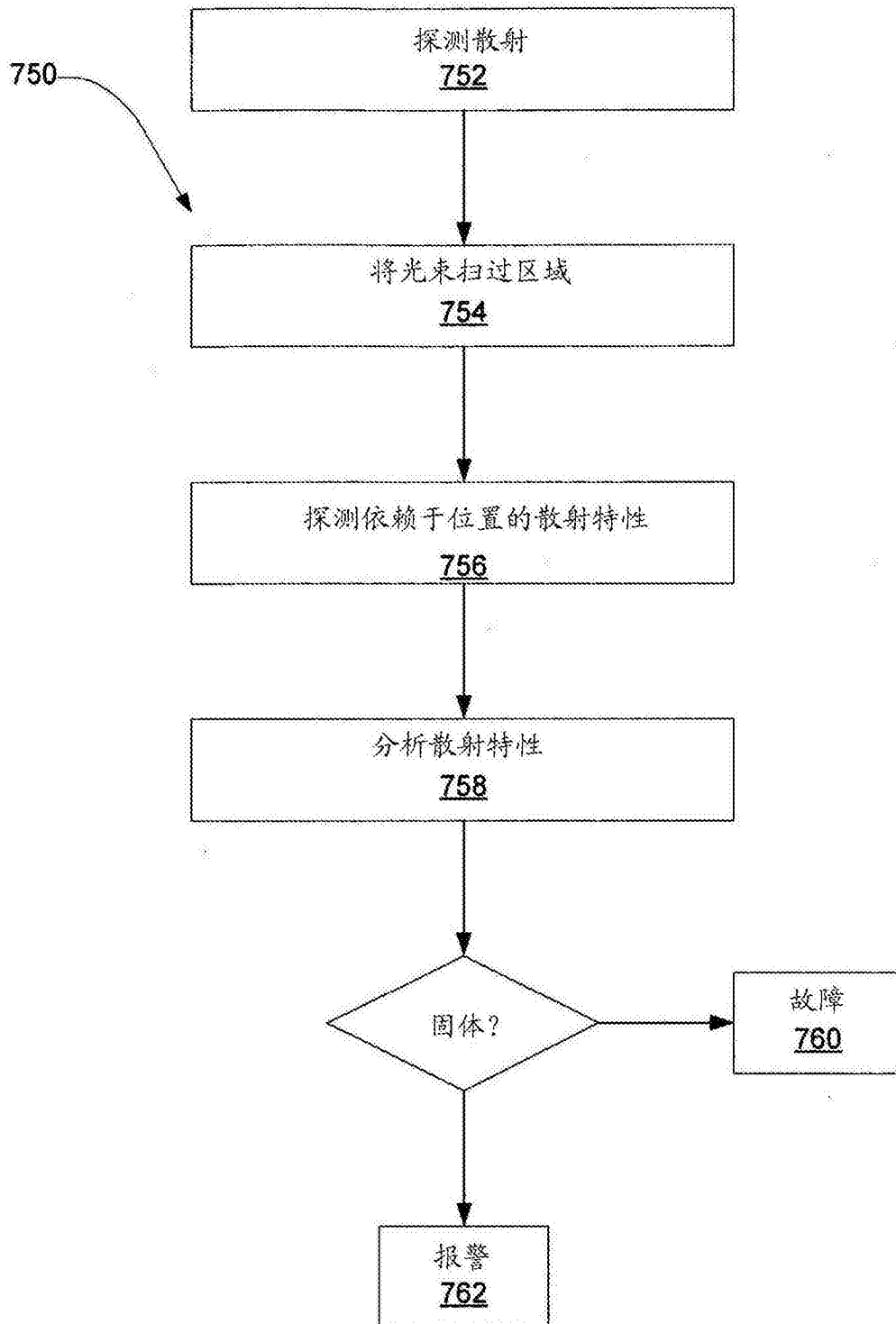


图7A

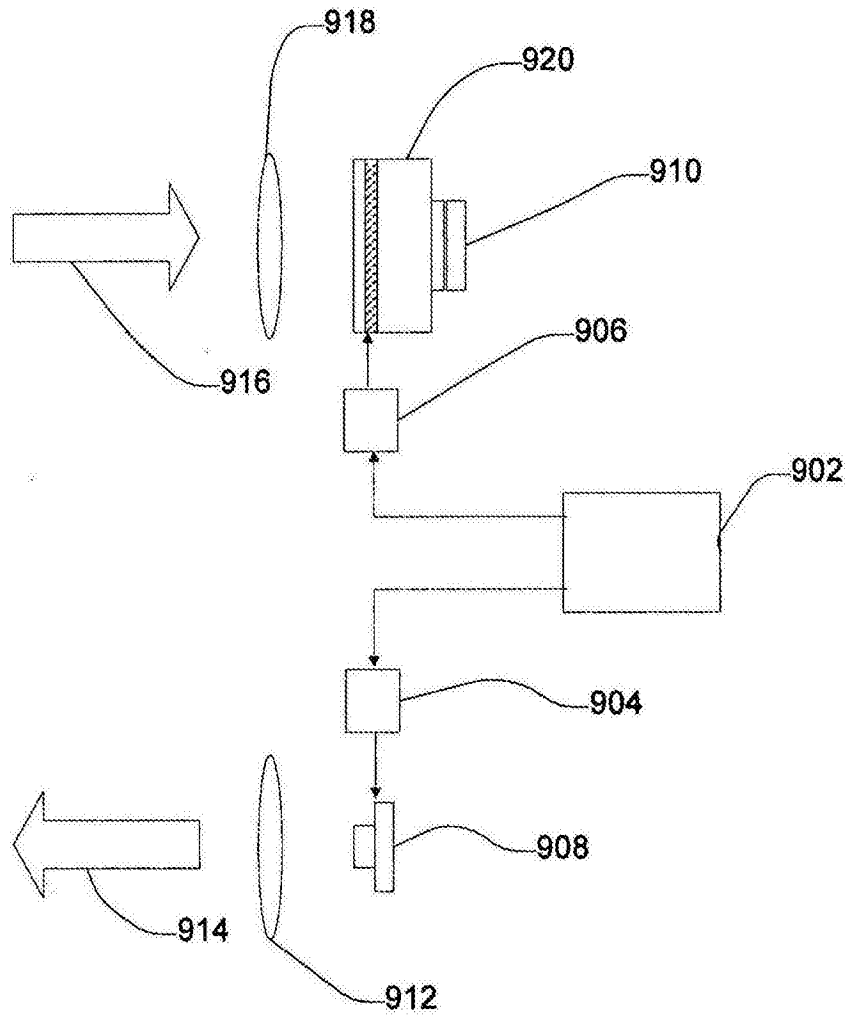


图9

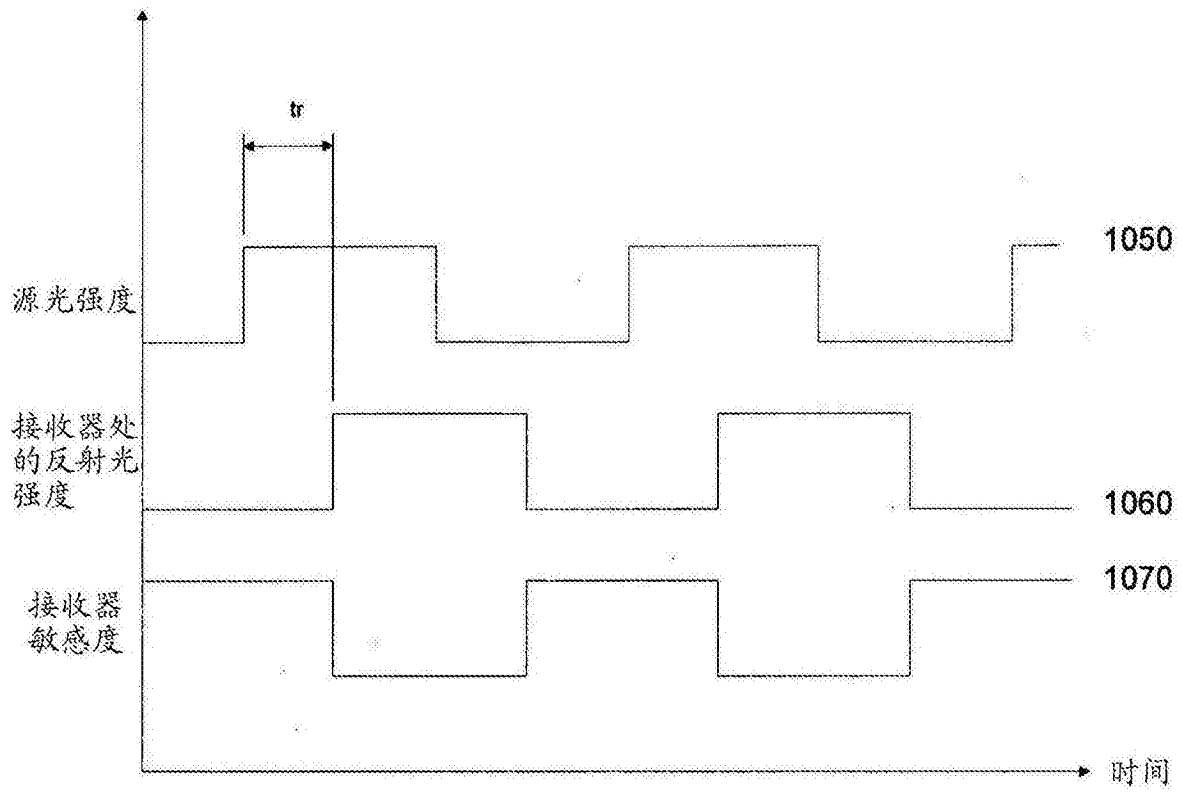


图10

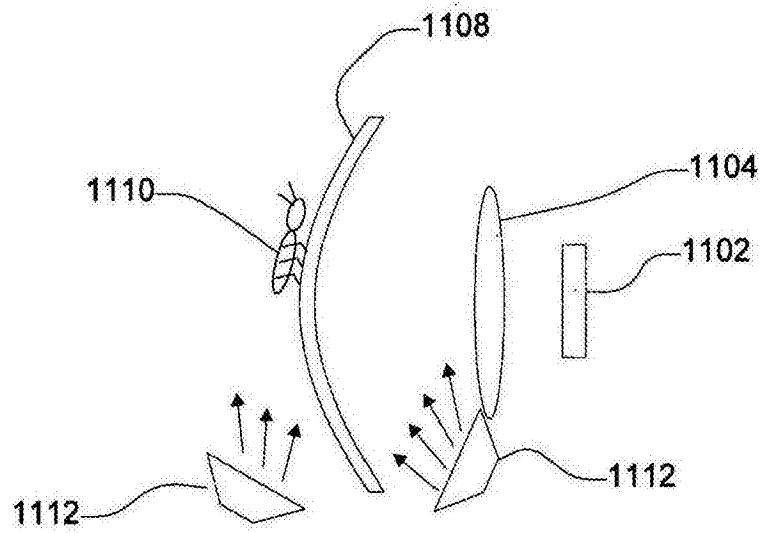


图11

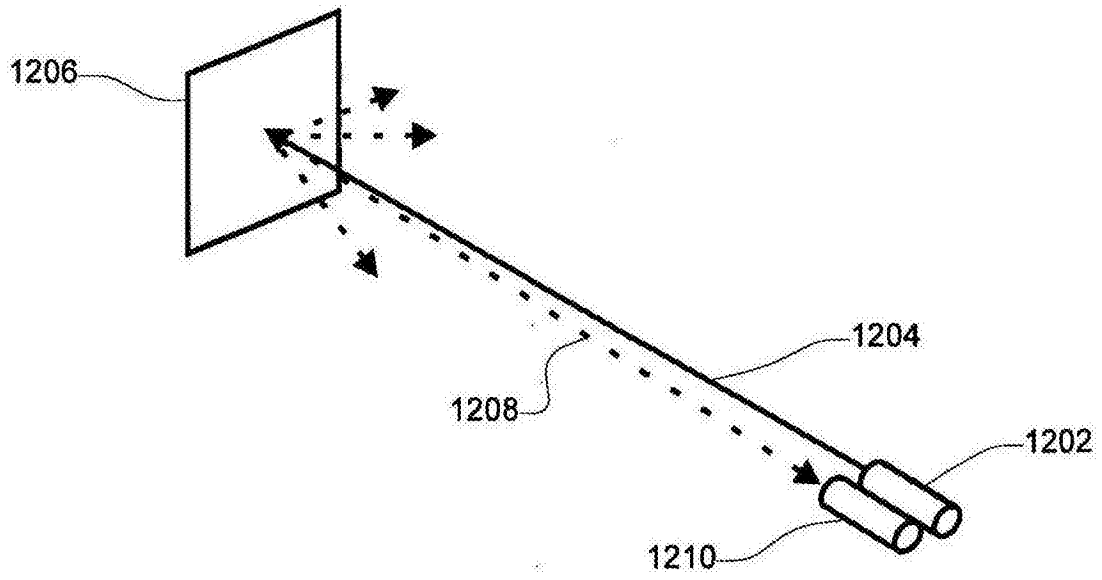


图12

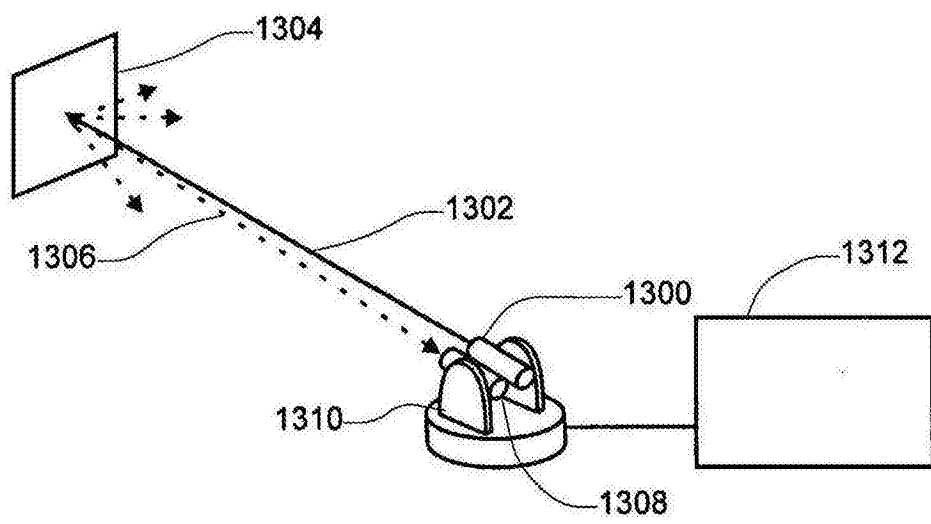


图13

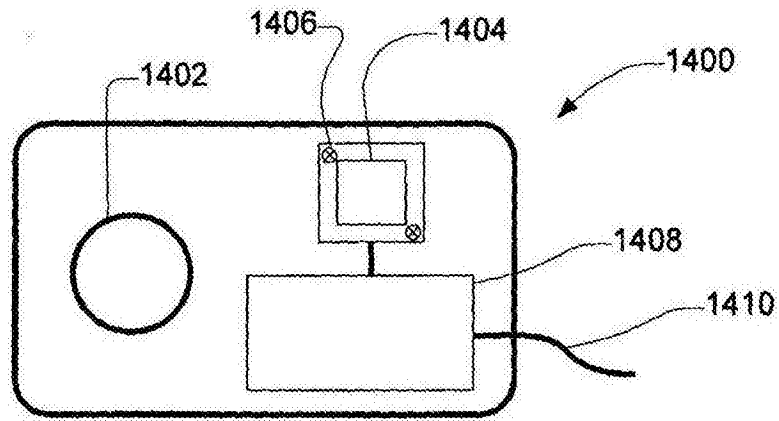


图14

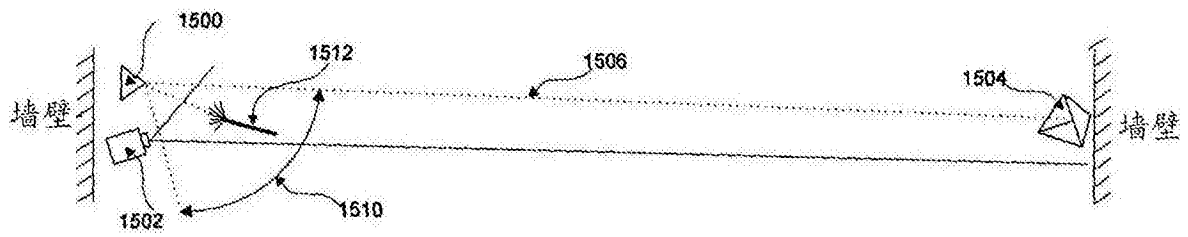


图15

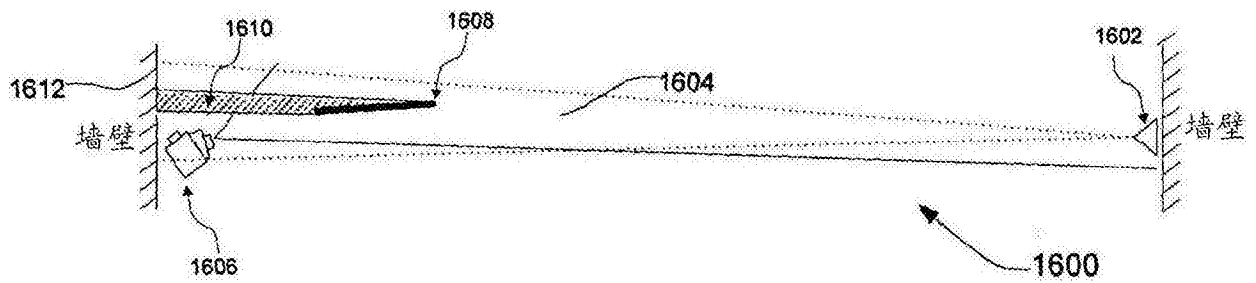


图16

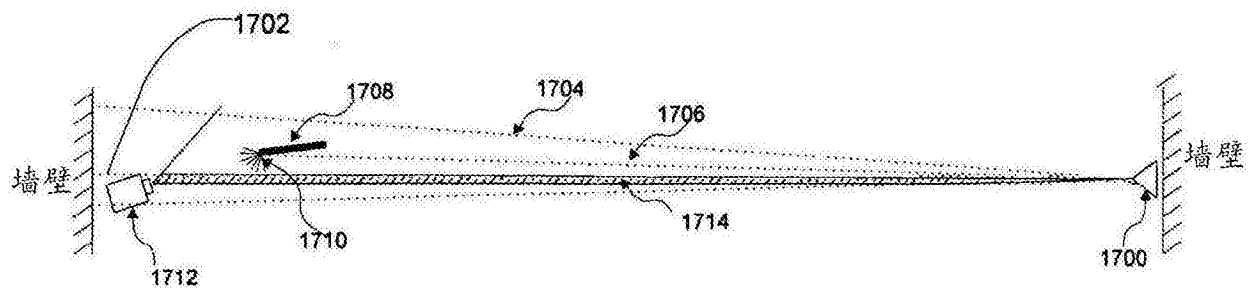


图17

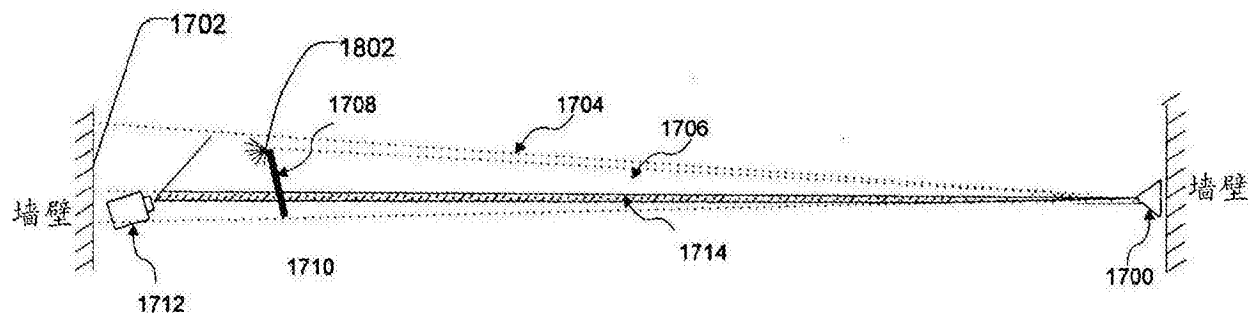


图18

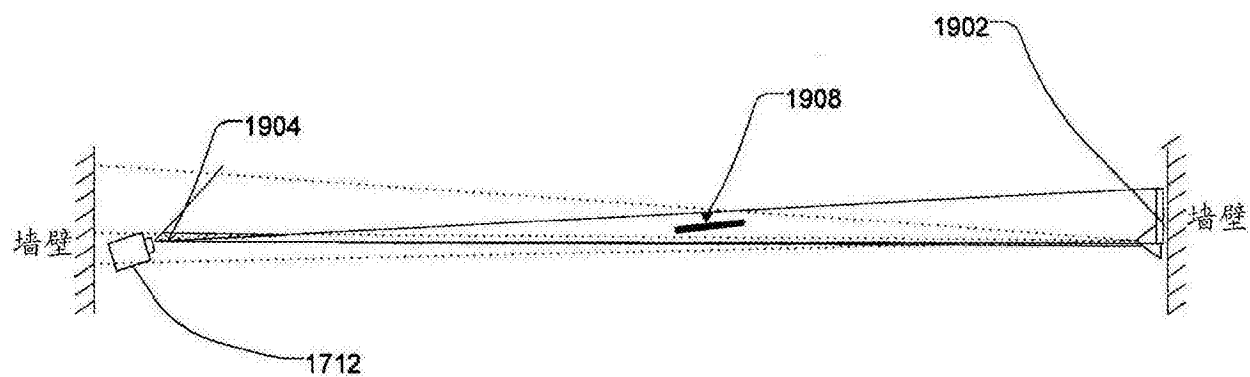


图19

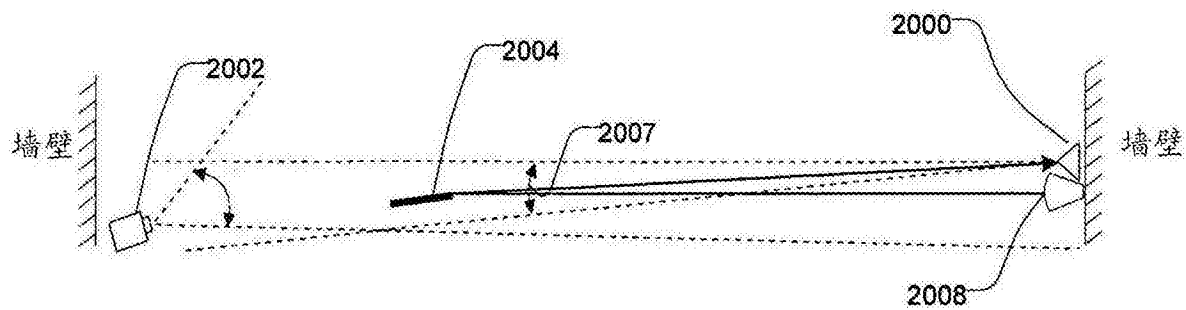


图20

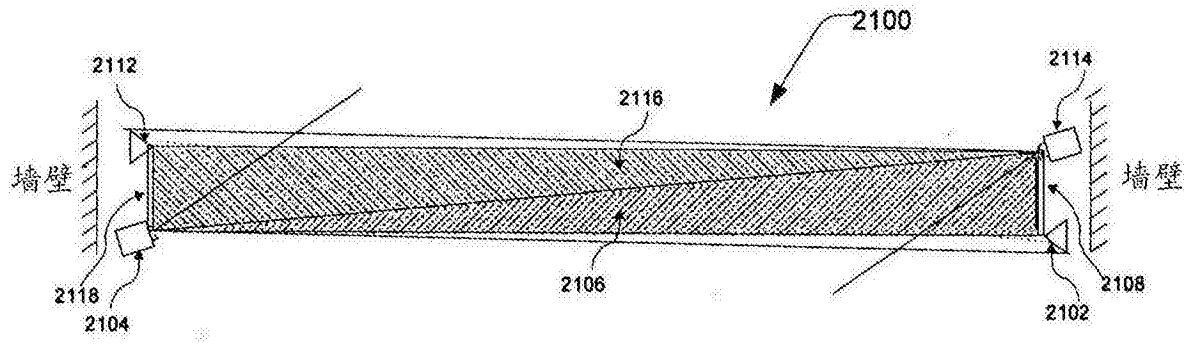


图21

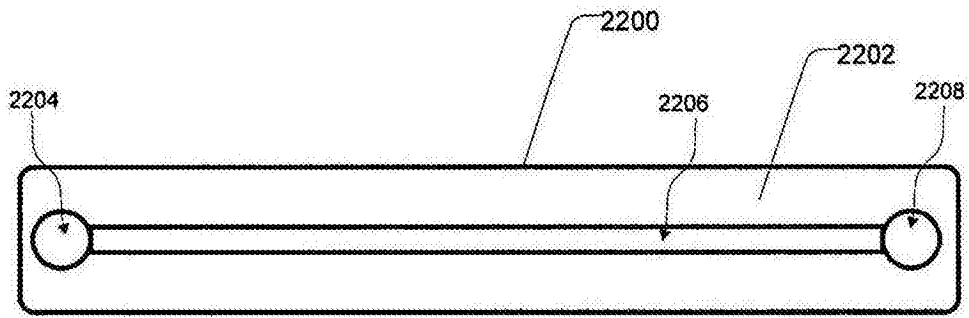


图22

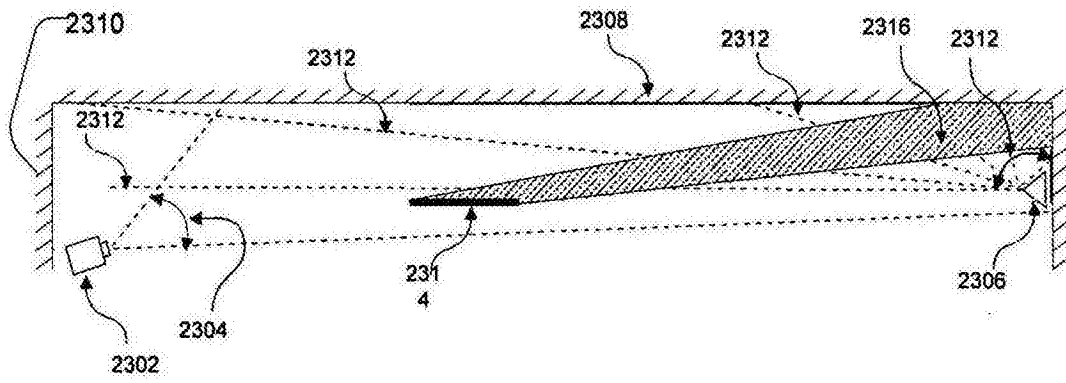


图23

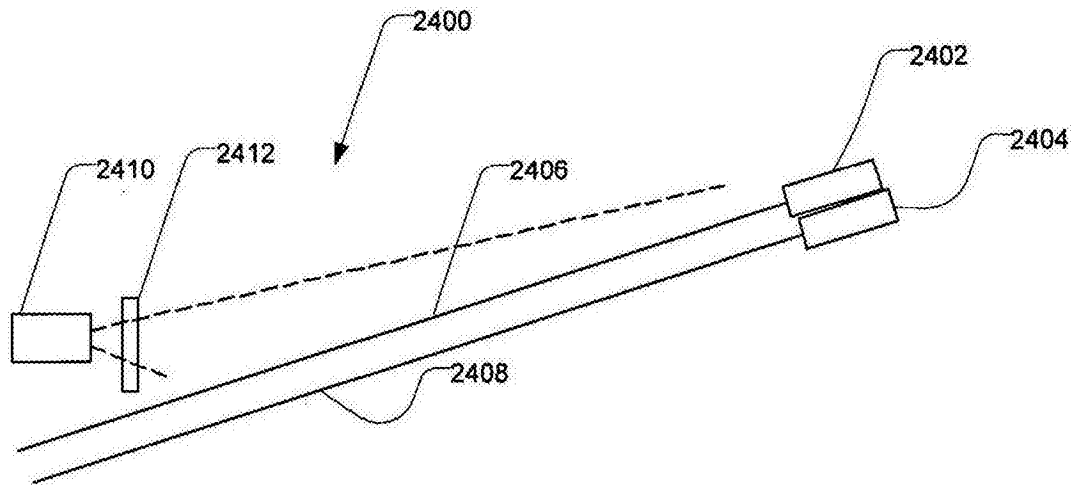


图24

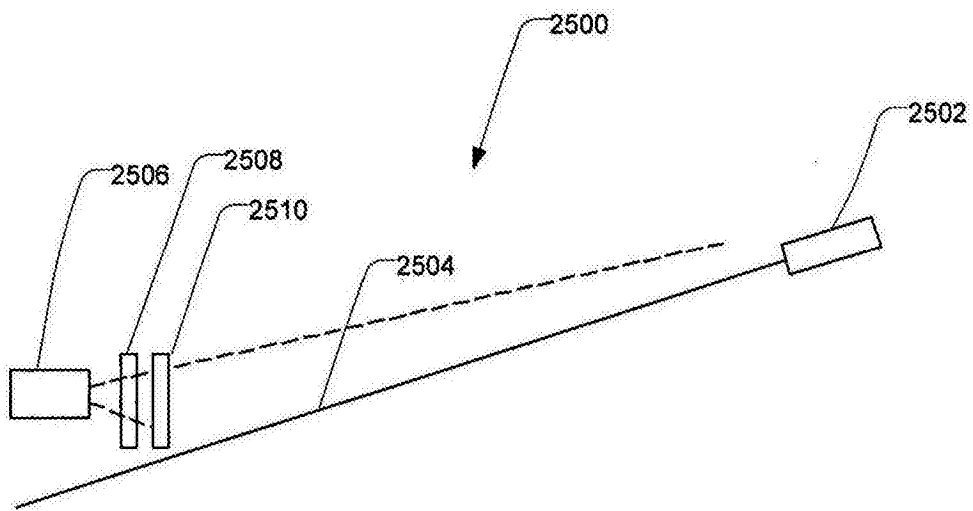


图25

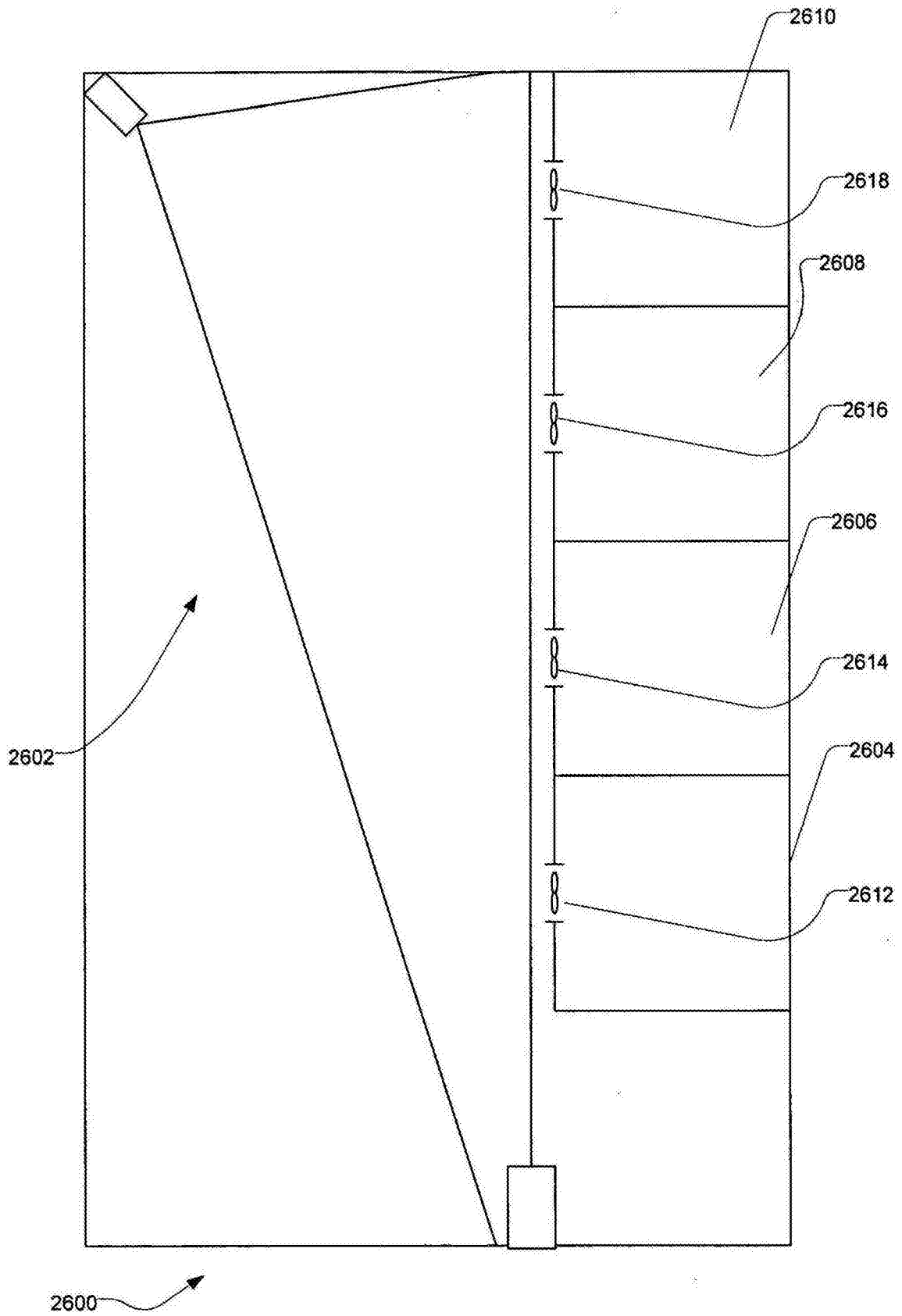


图26

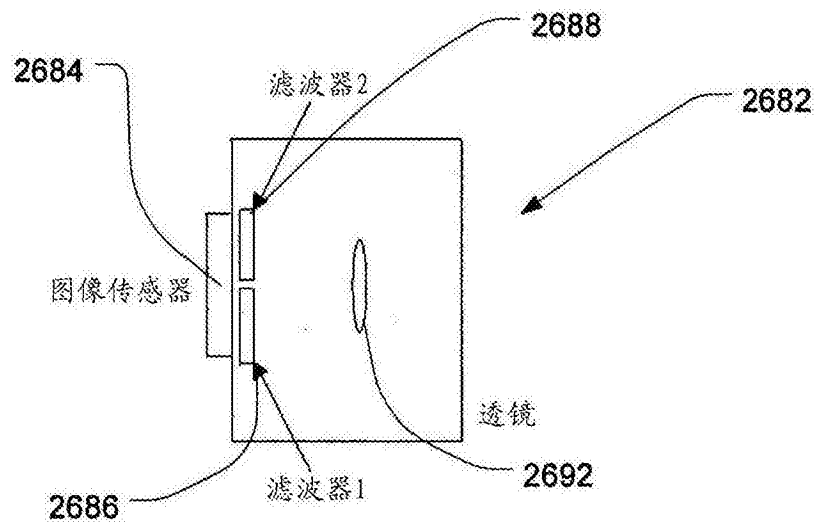


图26C

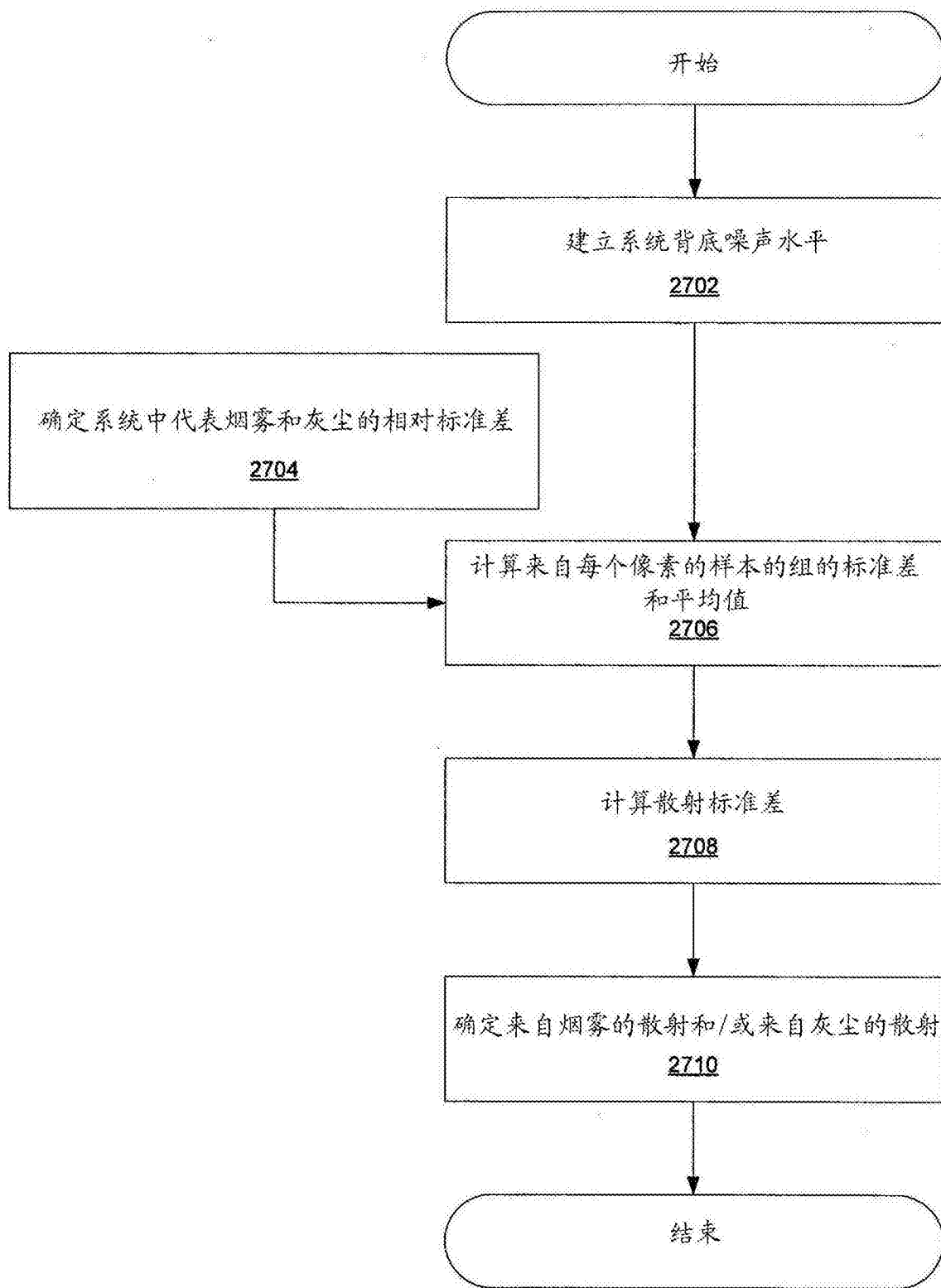


图27

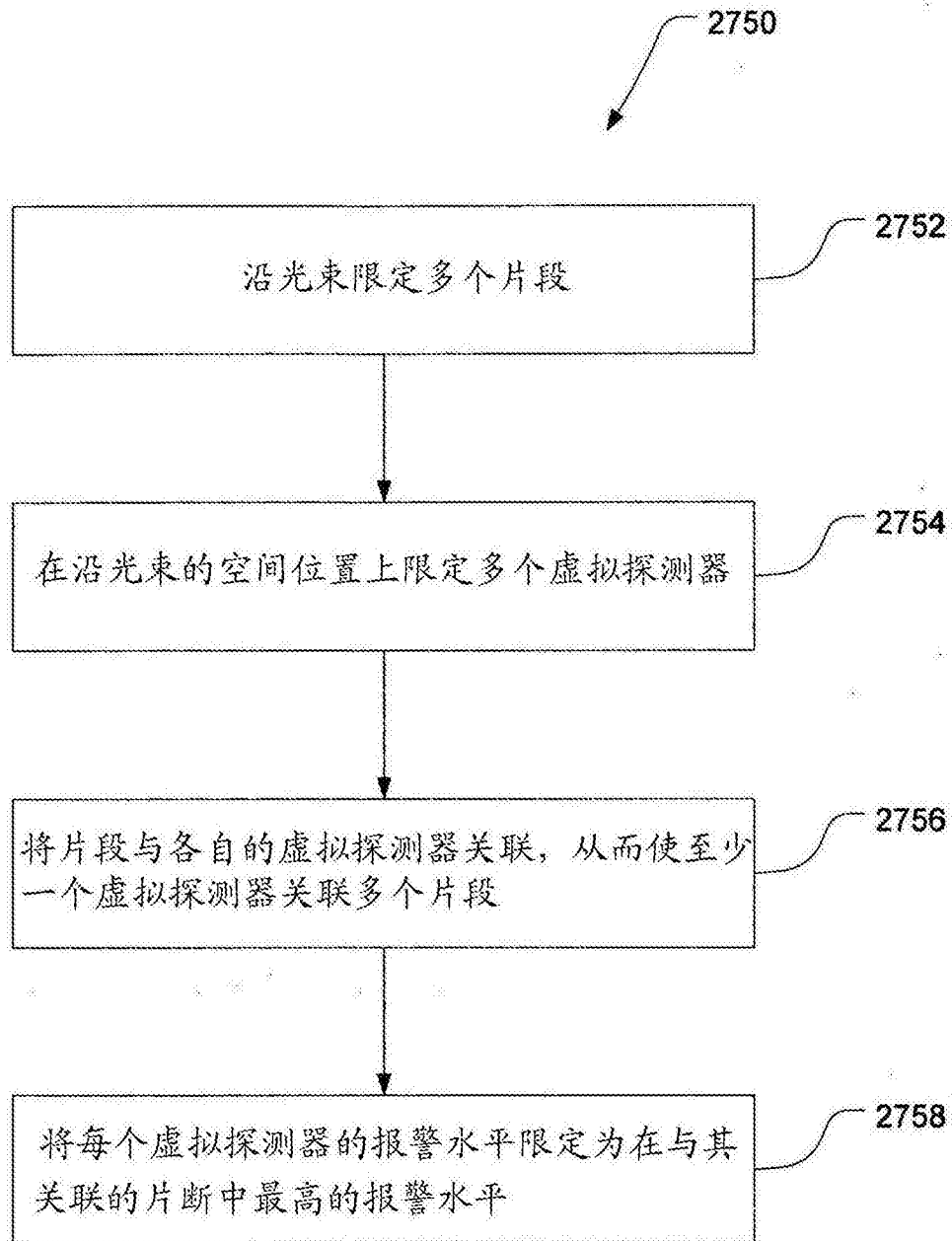


图27A

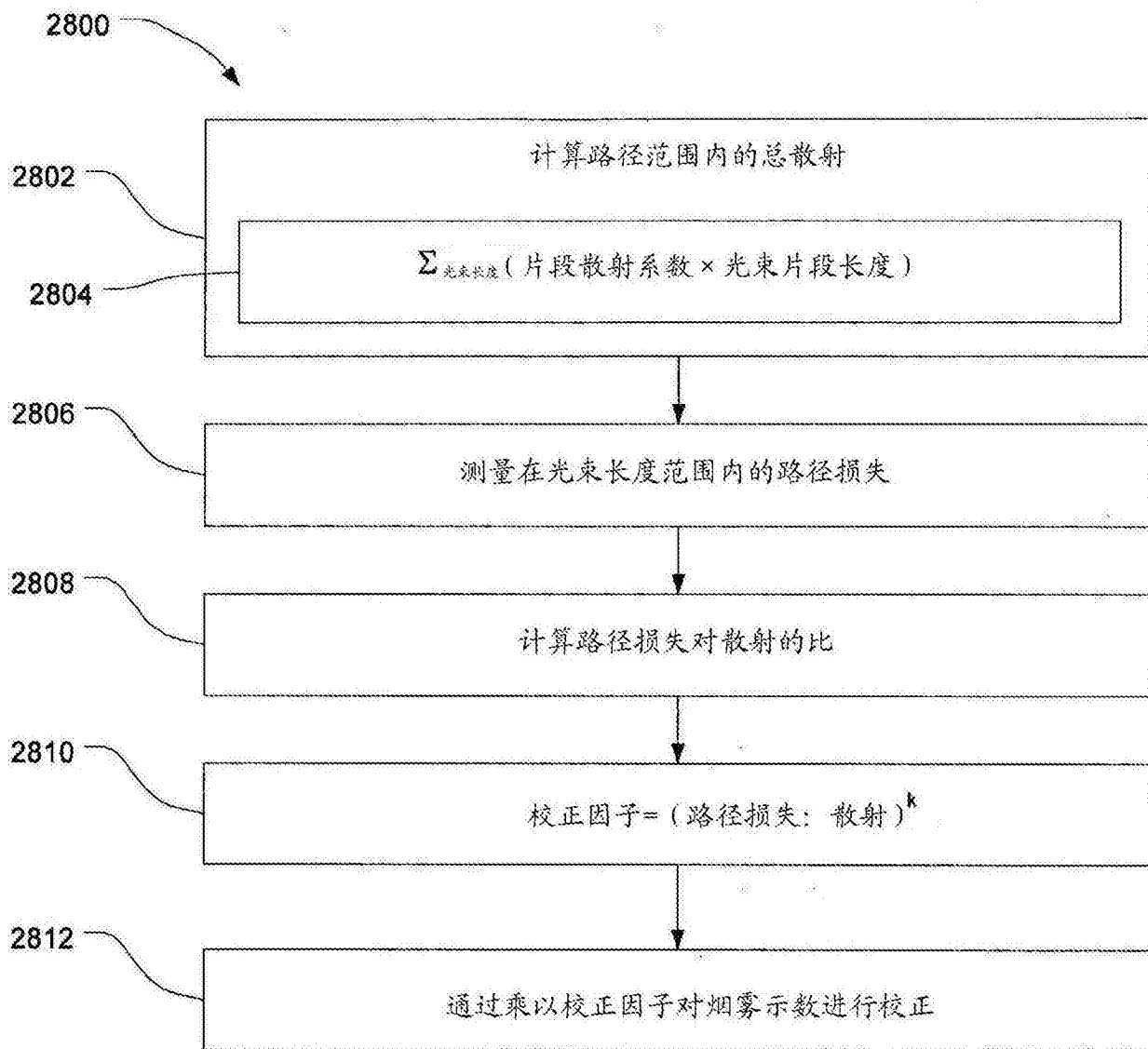


图28

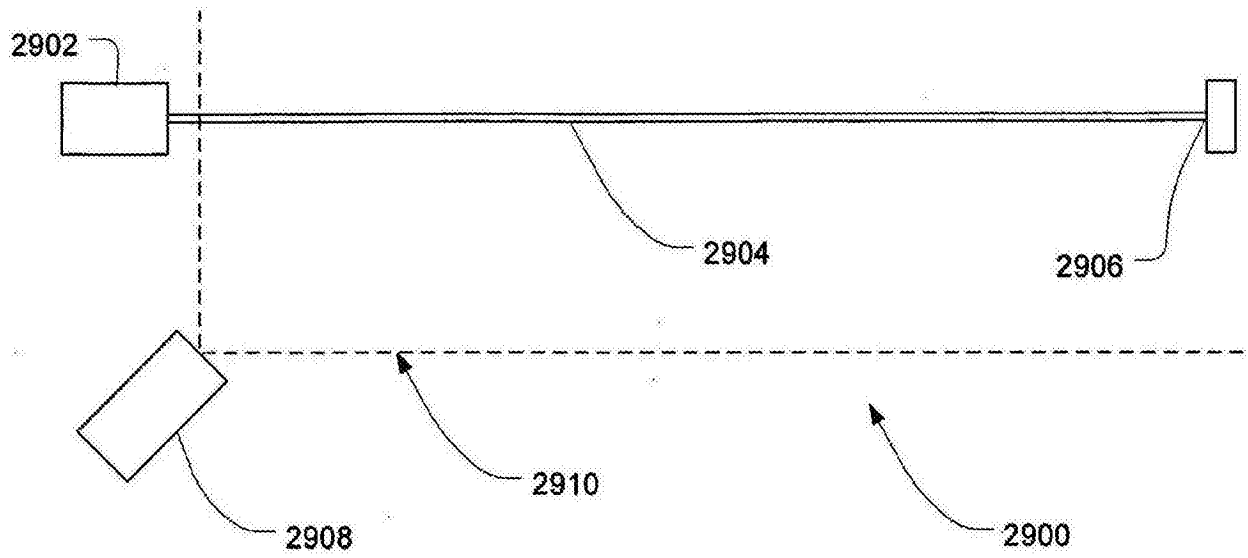


图29A

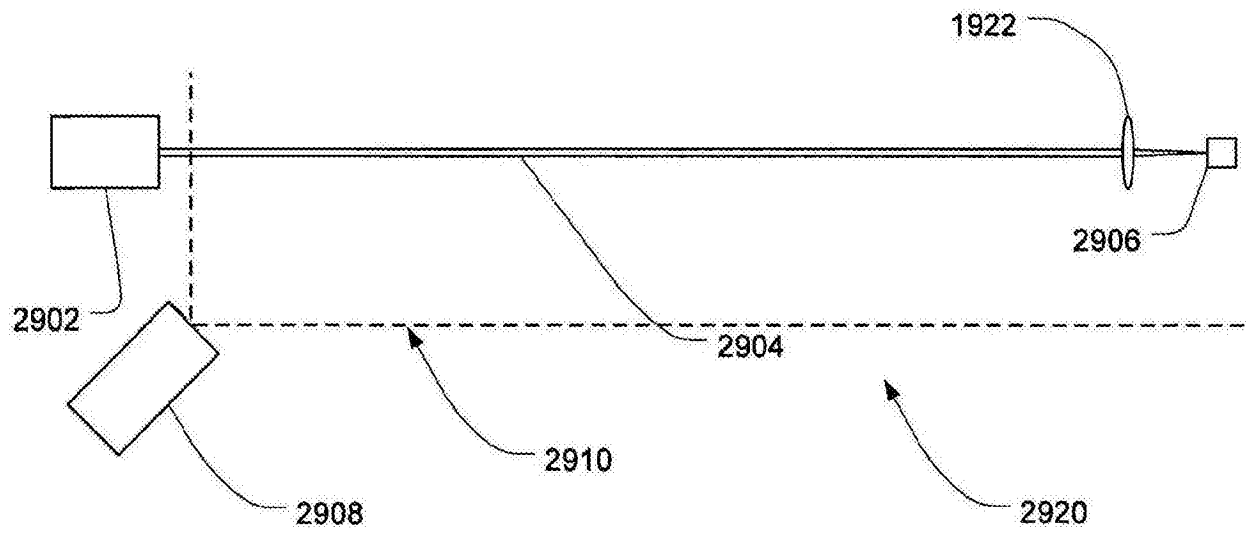


图29B

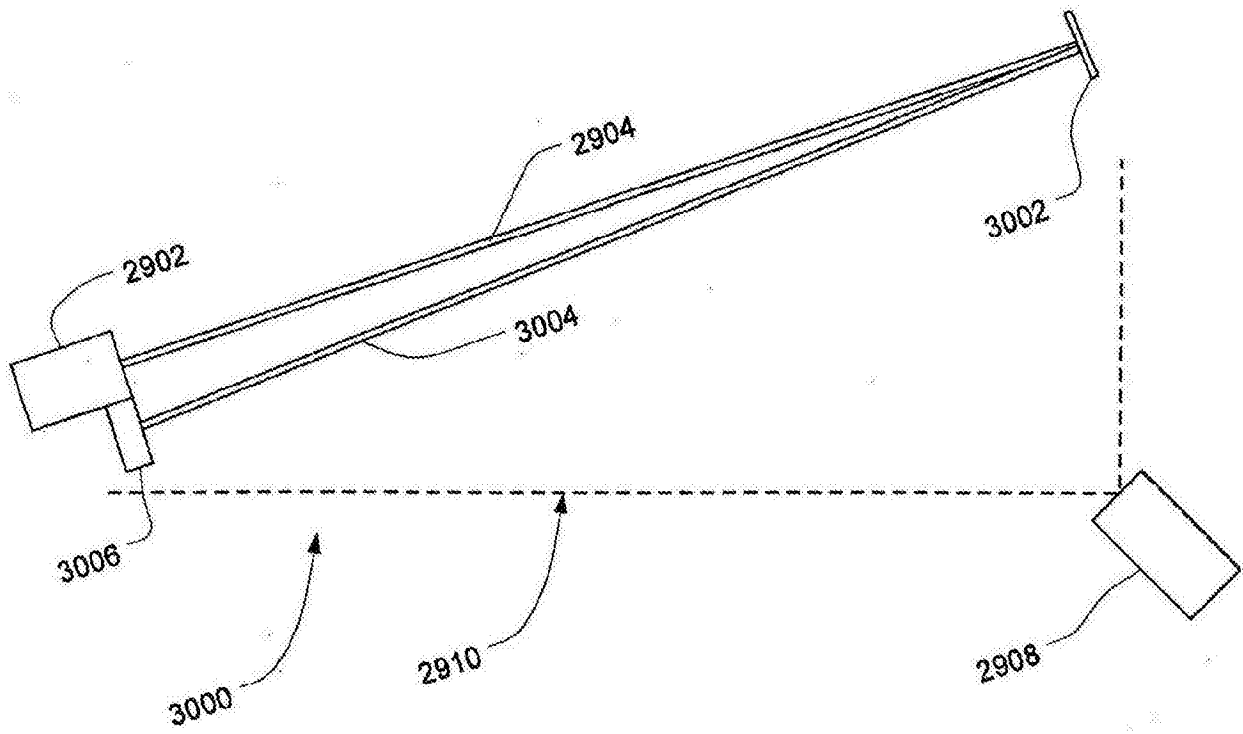


图30

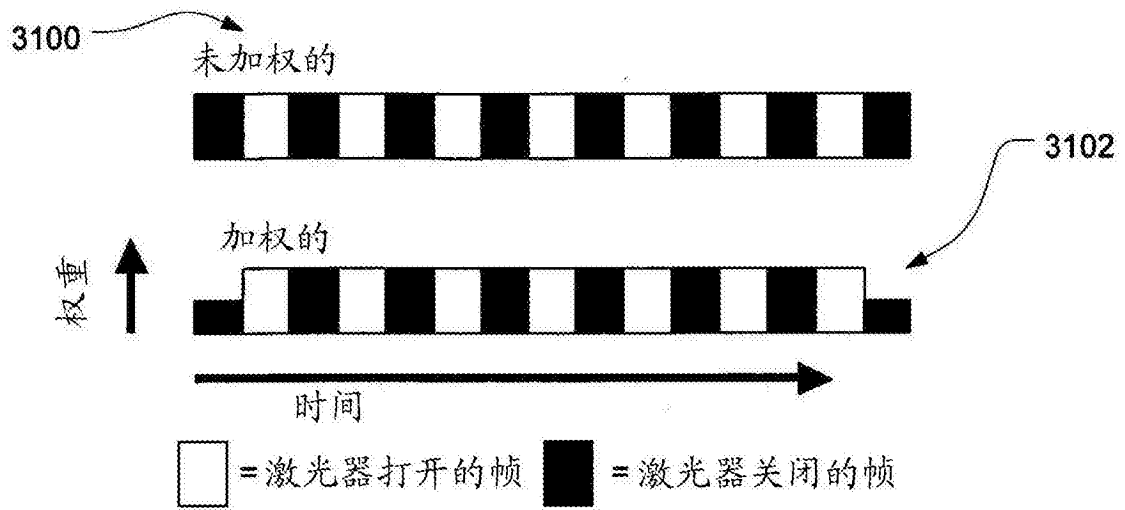


图31

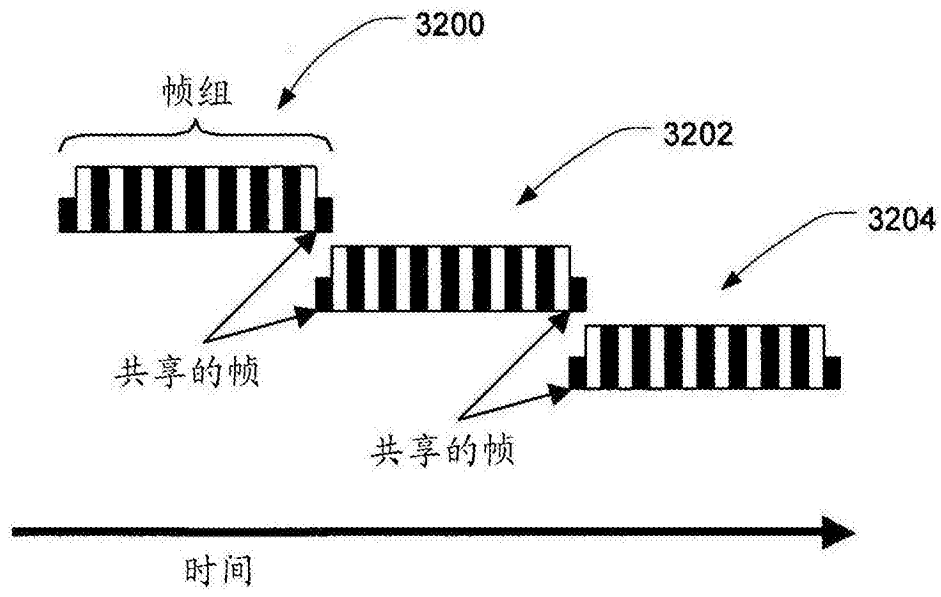


图32

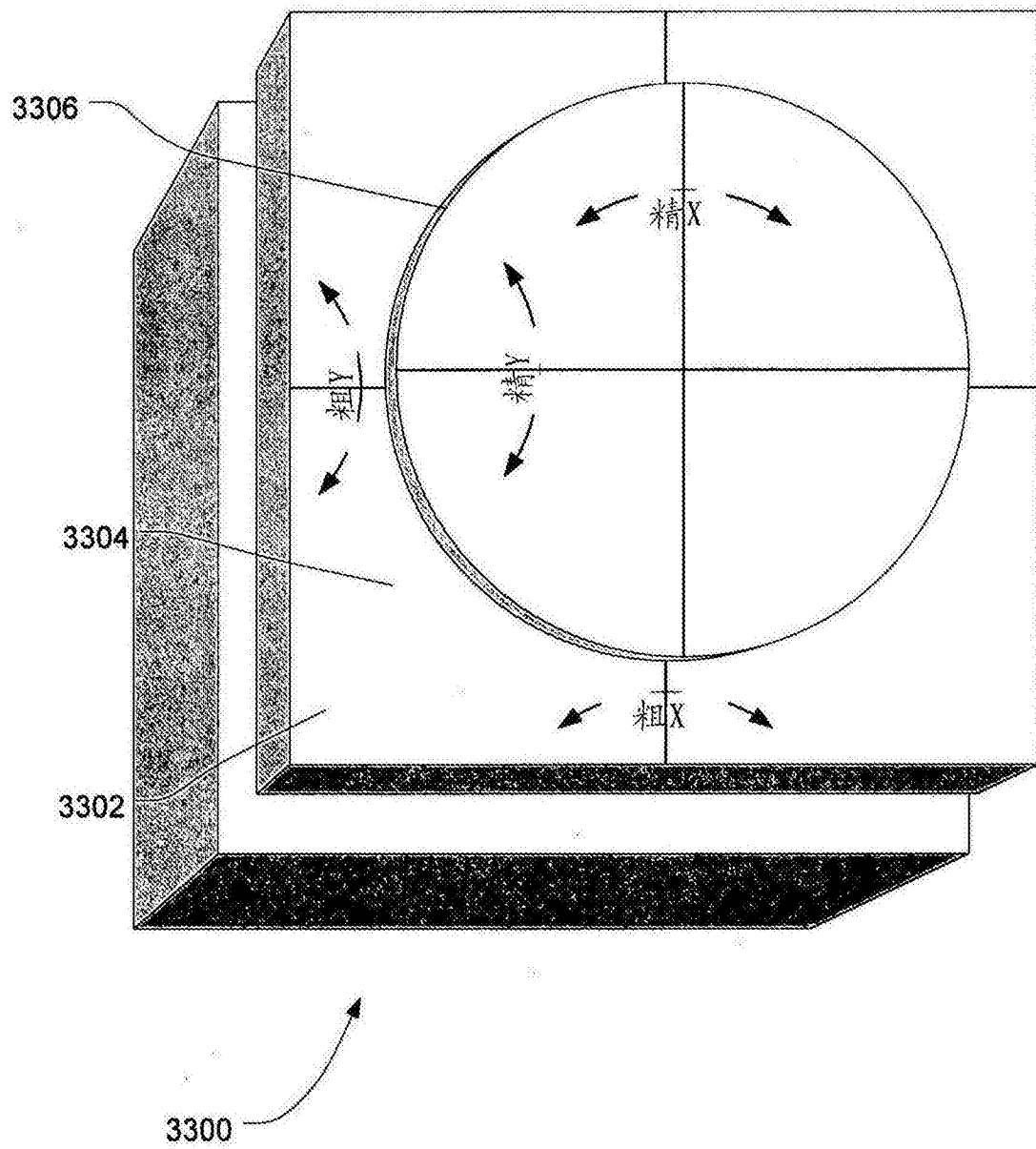


图33

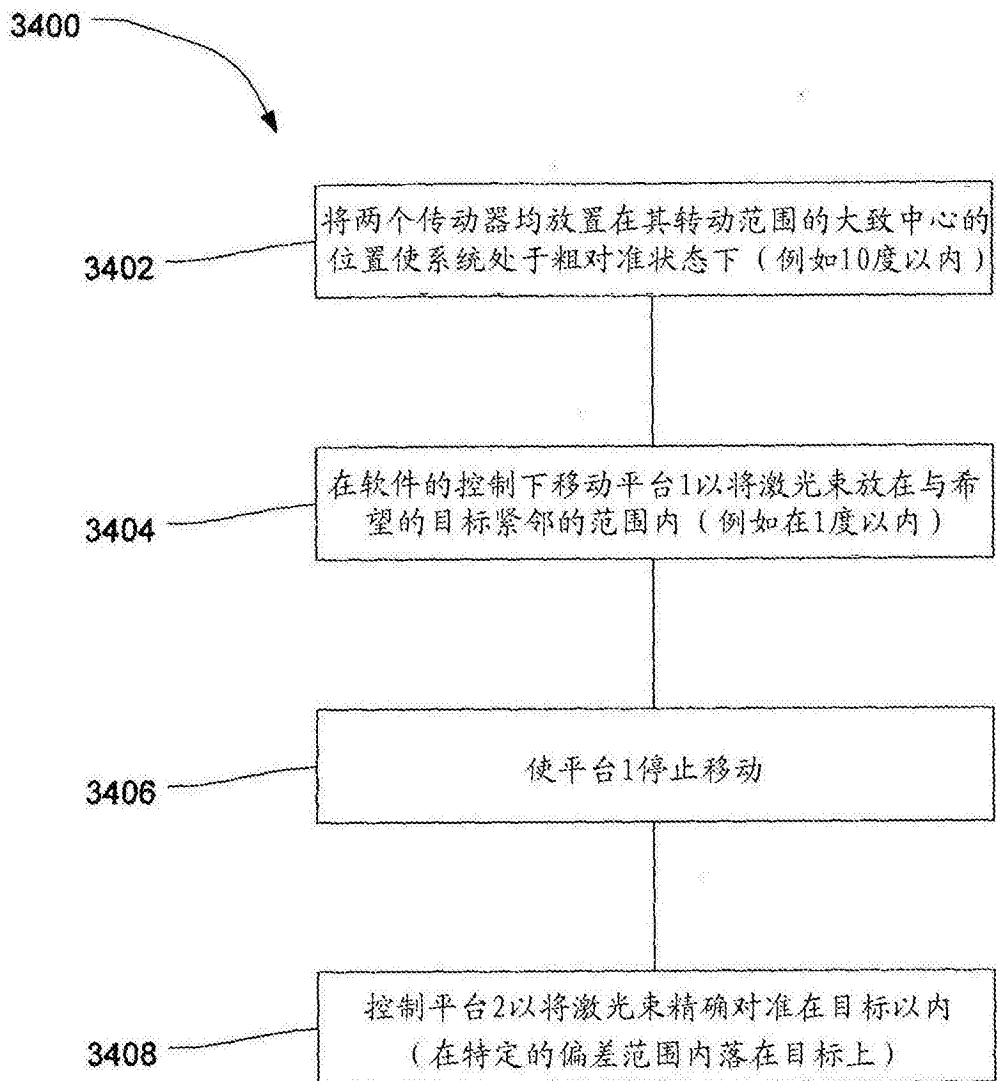


图34

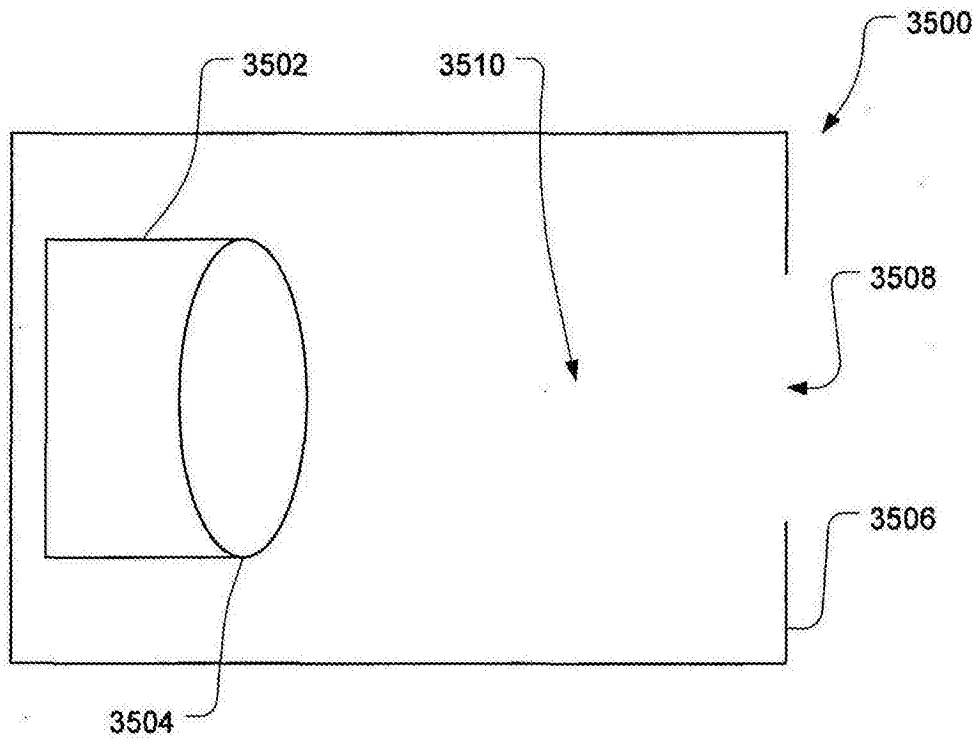


图35

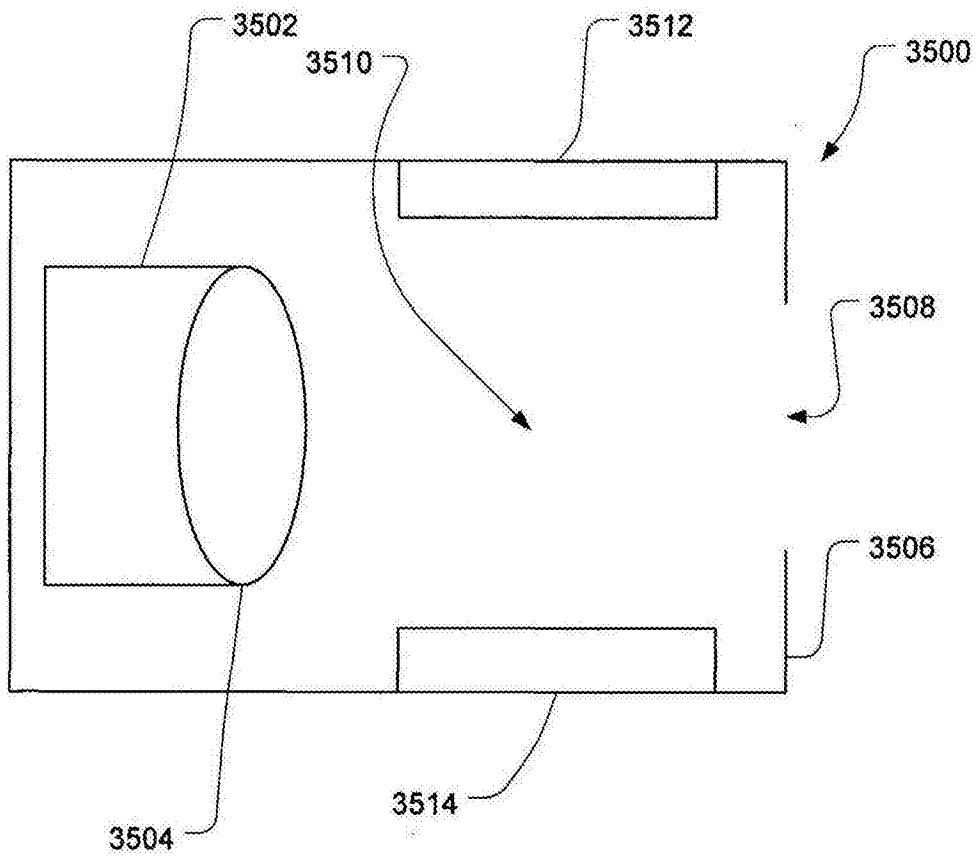


图36

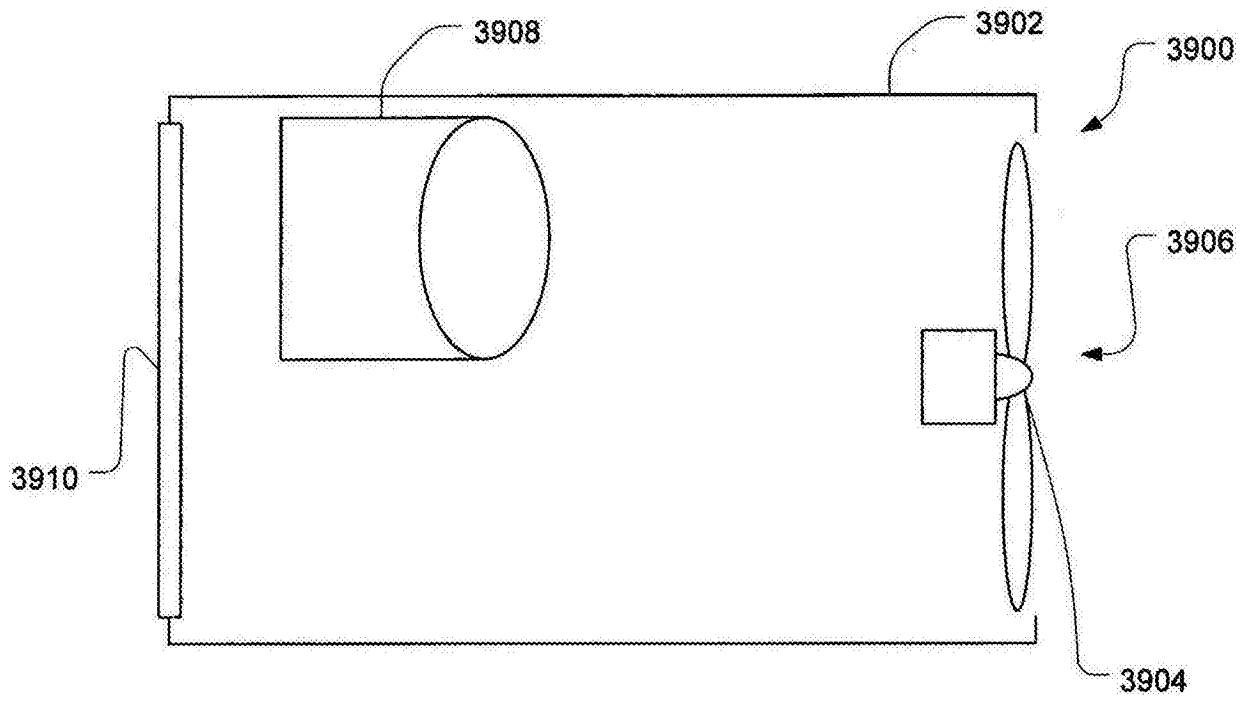


图39

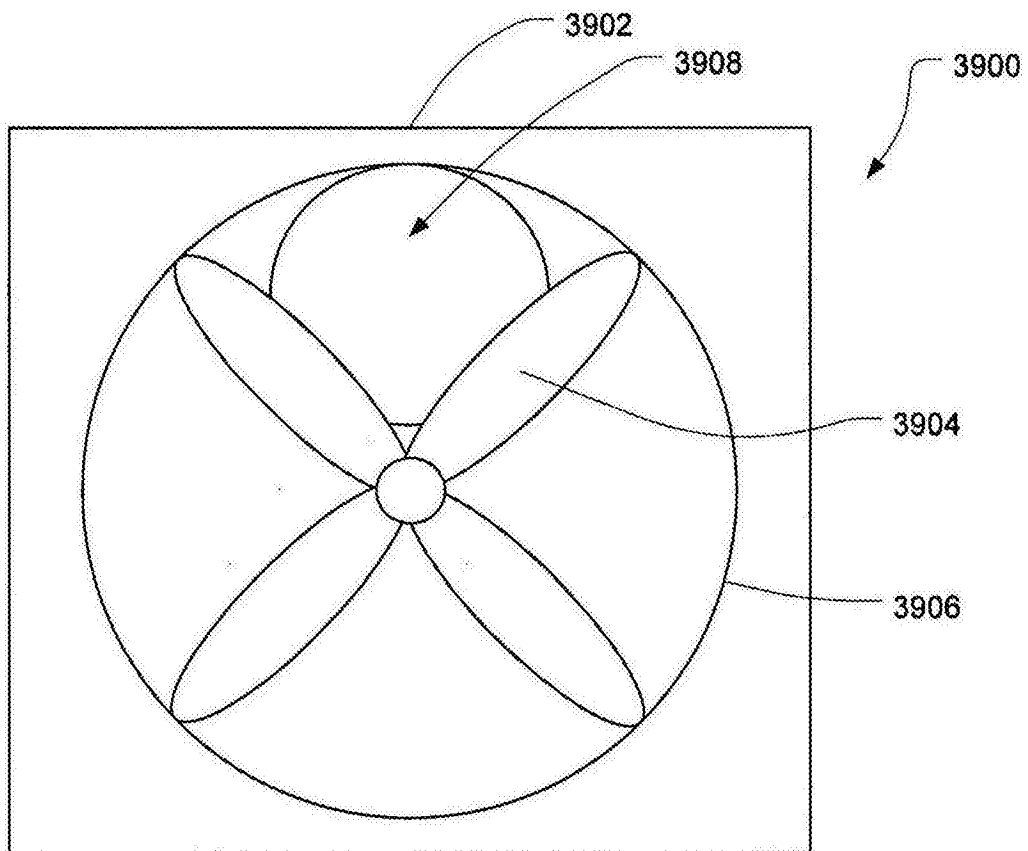


图40

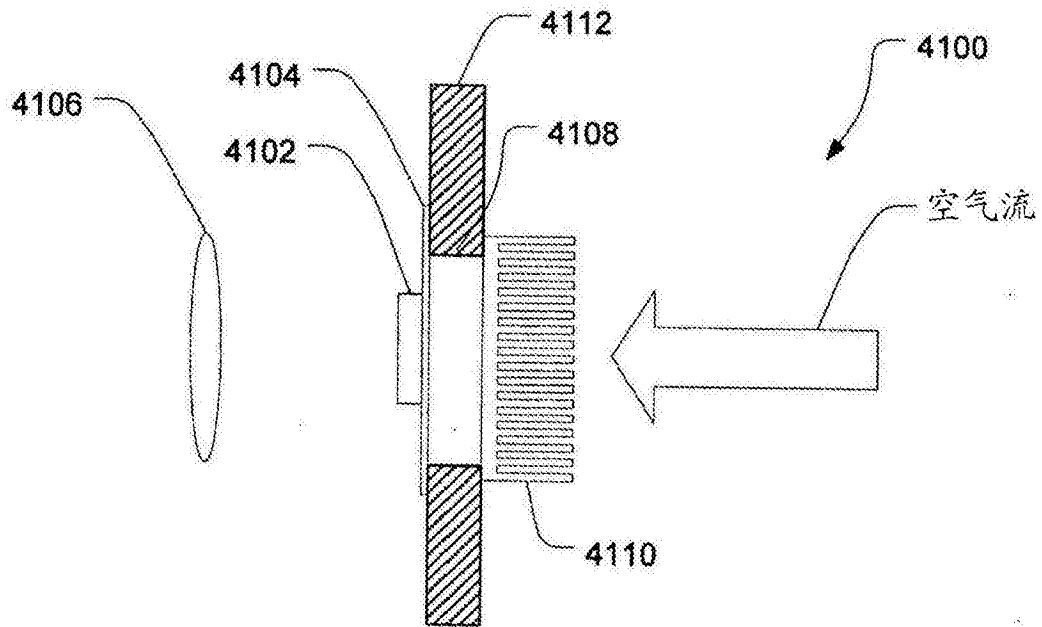


图41

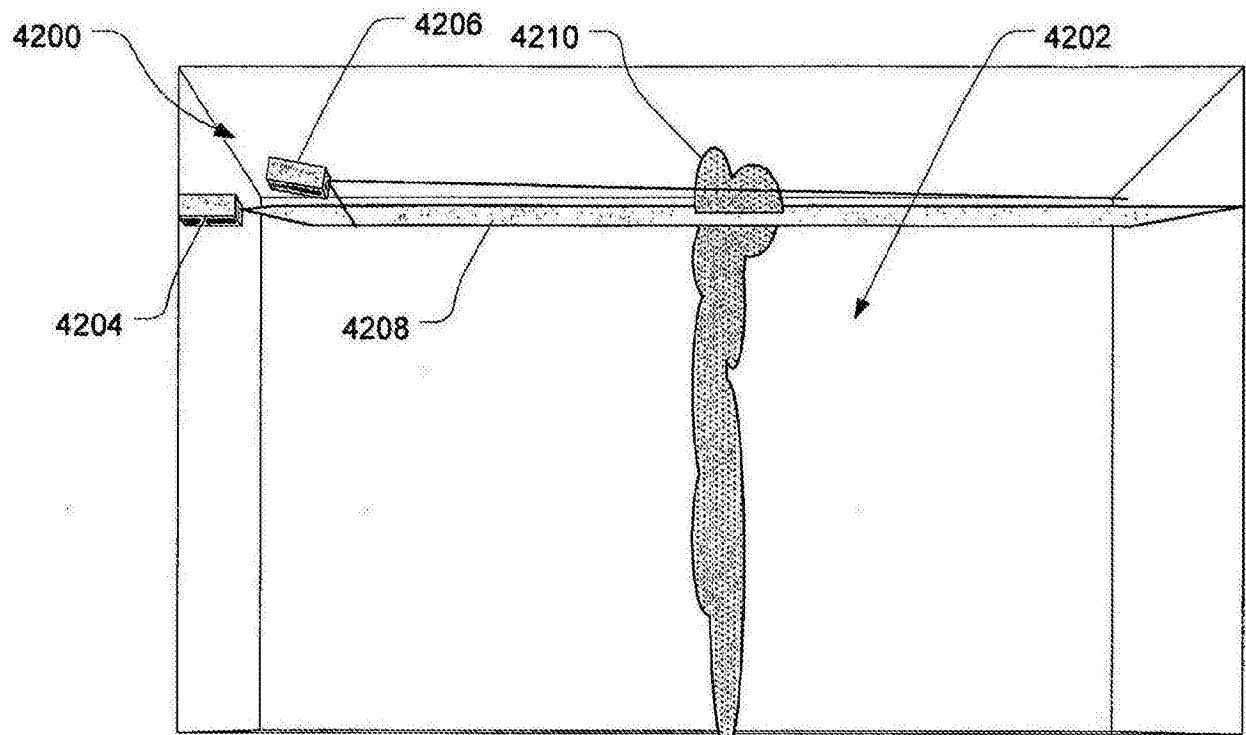


图42

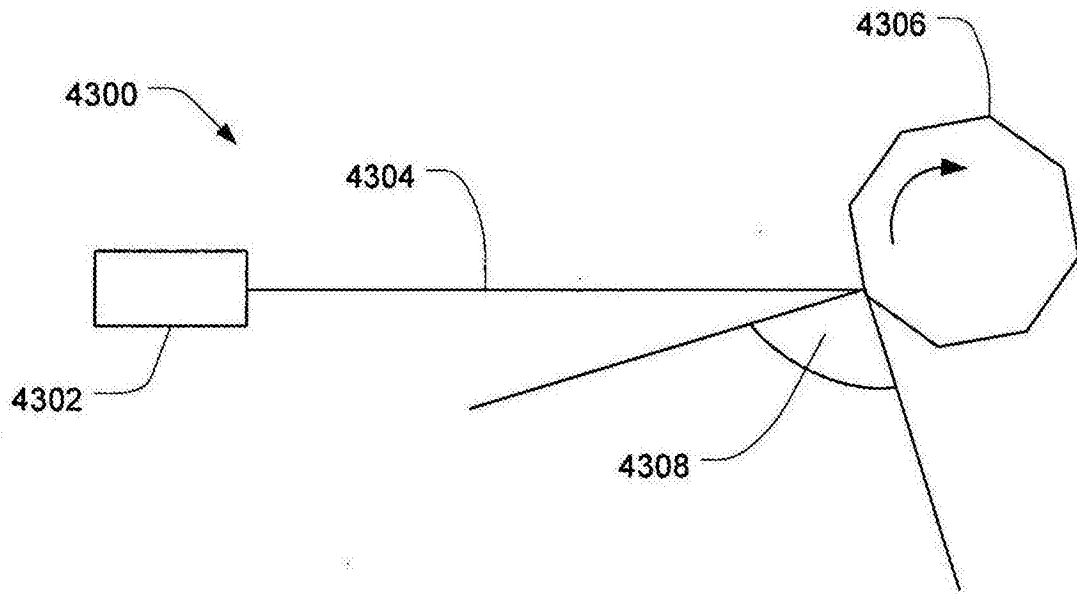


图43

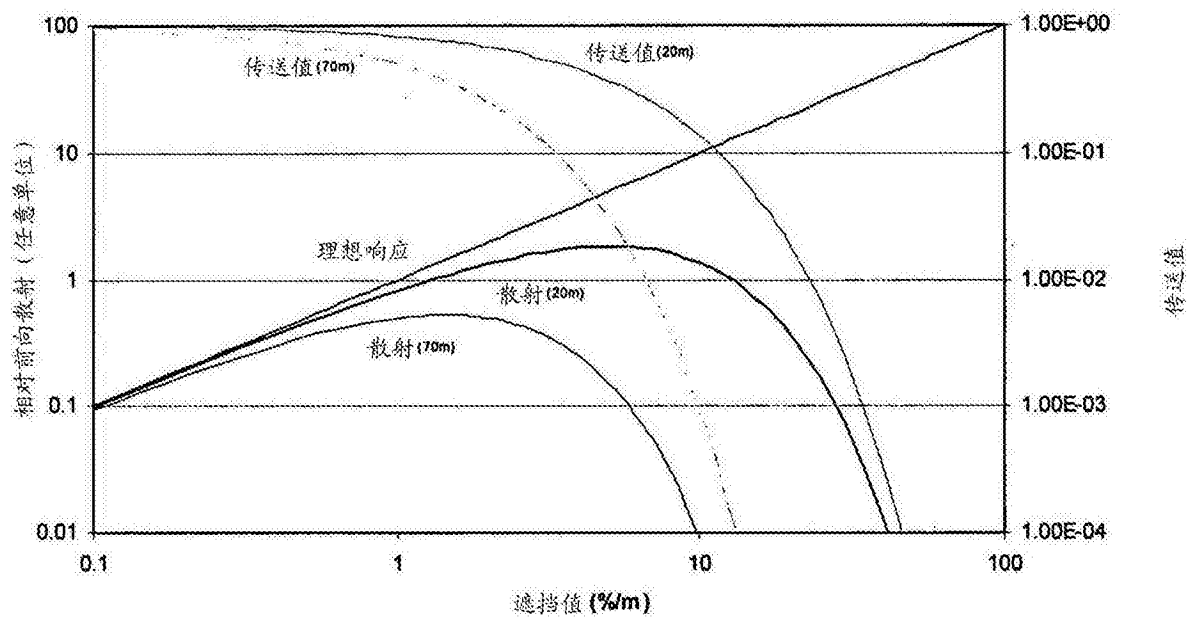


图44

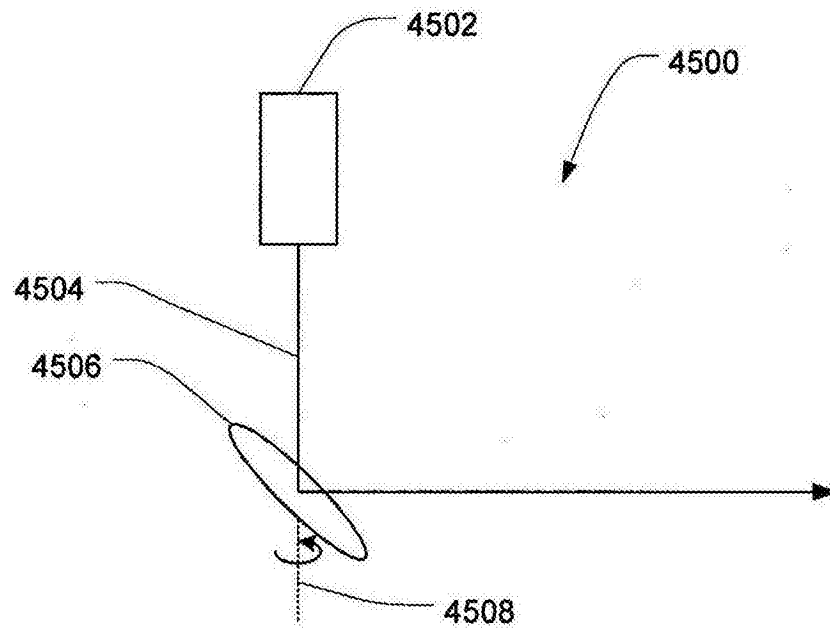


图45