



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102484935 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201080040553. X

(22) 申请日 2010. 07. 13

(30) 优先权数据

61/224, 938 2009. 07. 13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/041757 2010. 07. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/008718 EN 2011. 01. 20

(73) 专利权人 拉皮斯坎系统股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 E. J. 莫顿 A. F. 科托夫斯基

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 于小宁

(51) Int. Cl.

G01N 23/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007237294 A1, 2007. 10. 11,

US 2008037707 A1, 2008. 02. 14,

US 6542580 B1, 2003. 04. 01,

US 2009086907 A1, 2009. 04. 02,

CN 1745296 A, 2006. 03. 08,

审查员 窦艳鹏

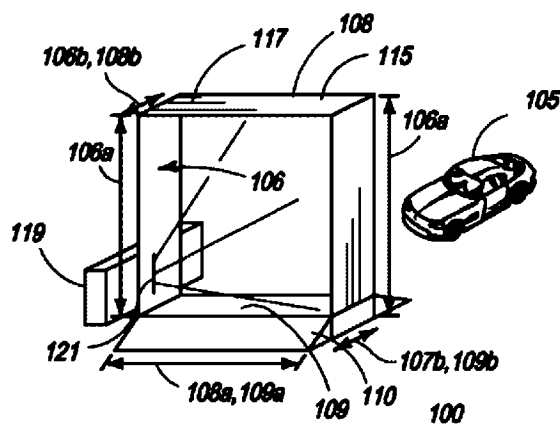
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

四侧成像系统及用于检测违禁品的方法

(57) 摘要

本发明提供了使用基于反向散射和透射的 X 光成像的组合来获得材料辨别的用于车辆的四侧成像系统。在一个实施例中,所述系统被设计为移动的、驾驶通过的系统,其可以被折叠、在卡车上拖动并且在需要时可以便利地部署在任何地点。



1. 一种用于检查货物的扫描系统,包括:

限定检查区域的入口,所述入口包括第一垂直侧、第二垂直侧、顶部水平侧和由适于被车辆开上的坡道限定的水平底座;

第一 X 光源,其布置在所述第一垂直侧、第二垂直侧或顶部水平侧中的至少一个上,用于向车辆生成到检查区域的 X 光光束;

第一组透射检测器,其布置在所述入口内,用于接收从车辆透射过的 X 光;

第二 X 光源,其布置在所述入口的坡道内,用于向所述车辆的下侧生成 X 光光束;以及

第二组检测器,其布置在所述入口的坡道内,用于接收从所述车辆反向散射的 X 光。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述第一 X 光源是具有范围从 100kVp 到 2Mv 的能量的高能量源。

3. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述第二 X 光源是具有范围从 60kVp 到 250kVp 的能量的低能量源。

4. 根据权利要求 1 所述的系统,进一步包括控制器,其中所述控制器适于仅在所述第二 X 光源不活动时激活所述第一 X 光源。

5. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述系统是可折叠的。

6. 根据权利要求 5 所述的系统,其中,所述坡道包括铰接到第一角度表面和第二角度表面的底座平台,并且其中,当所述系统被折叠时,所述第一角度表面和第二角度表面上旋转。

7. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述顶部水平侧在第一端连接到所述第一垂直侧、在第二端连接到所述第二垂直侧,并且其中,所述第一 X 光源布置在所述第一端和所述第二端之间的中间点。

8. 根据权利要求 1 所述的系统,进一步包括:主旋转瞄准器,其被放置为邻近所述第二 X 光源;以及第二静止瞄准器,其被放置为邻近所述旋转瞄准器并且平行于检查表面,其中所述第二瞄准器适于生成在检查区域的中心的第一照射区域和在检查区域的外围的第二照射区域,并且其中所述第二照射区域大于所述第一照射区域。

9. 根据权利要求 1 所述的系统,进一步包括在所述第一垂直侧、所述第二垂直侧和所述顶部水平侧中的至少一个中的反向散射检测器。

10. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,反向散射 X 光源不与所述反向散射检测器一起布置在所述第一垂直侧、所述第二垂直侧和所述顶部水平侧中的至少一个中。

11. 一种用于检查车辆的方法,包括:

提供限定检查区域的入口,所述入口包括第一垂直侧、第二垂直侧、顶部水平侧和由适于被车辆开上的坡道限定的水平底座;

向车辆发信号以开上所述坡道;

用来自布置在所述入口的一个侧上的第一源的 X 光照射所述车辆;

使用布置在所述入口内的透射检测器,检测从车辆透射过的 X 光,以产生代表所述车辆及其容纳物的第一输出信号;

用来自布置在所述坡道内的第二源的 X 光照射所述车辆的下侧;

使用布置在所述坡道内的反向散射检测器来检测从所述车辆反向散射的 X 光,以产生代表所述车辆及其容纳物的第二输出信号;以及

将所述第一输出信号和所述第二输出信号相关,以产生所述车辆及其容纳物的视觉图像。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,所述第一 X 光源是具有范围从 100kVp 到 2Mv 的能量的高能量源。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,所述第二 X 光源是具有范围从 60kVp 到 250kVp 的能量的低能量源。

14. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,当所述第二 X 光源不活动时,所述第一 X 光源操作。

15. 一种用于检查车辆的扫描系统,包括:

限定检查区域的入口,所述入口包括彼此分隔开并且每一个具有顶部侧的第一垂直侧和第二垂直侧;

连接所述两个顶部侧的第三侧;

适于被车辆开上的坡道;

X 光源,布置在所述入口的一侧上,用于生成到检查区域的 X 光光束;

第一组检测器,其布置在所述入口内,用于接收从车辆透射通过的 X 光;

第二组检测器,其布置在所述坡道和所述入口的所述第一、第二和第三侧内,用于接收从车辆反向散射的 X 光;以及

图像处理器,用于从所述第一和第二组检测器接收输出信号并且将所述输出信号覆盖在所述车辆及其容纳物的视觉图像上。

16. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,所述第一组检测器布置在与所述第二组检测器相同的所述入口的侧中的至少两个上。

17. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,第一组检测器包括第一检测器和第二检测器,分别适于测量在 0keV 到 50keV 和 20keV 到 200keV 的范围内的从车辆透射过的 X 光的能量分量;以及第三检测器,用于测量在 100keV 到 2MeV 的范围内的从车辆透射过的 X 光的能量分量。

18. 根据权利要求 17 所述的系统,其中,所述三个检测器是以堆叠的构造。

19. 根据权利要求 17 所述的系统,其中,使用所述第三检测器的输出与所述第一及第二检测器的输出的和之间的差来获得材料辨别。

20. 根据权利要求 15 所述的系统,进一步包括传感器,其用于在车辆通过所述入口时测量车辆的速度。

21. 根据权利要求 20 所述的系统,进一步包括控制器,其中所述控制器与所述传感器进行数据通信并且接收车辆的速度,并且其中所述控制器适于调整 X 光源的脉冲速率,以基于所述速度获得检查车辆的每单位长度的基本恒定的剂量。

四侧成像系统及用于检测违禁品的方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请依赖于在 2009 年 7 月 13 日提交的美国临时专利 No. 61/224, 938 并且通过引用而将其全文合并于此。

[0003] 本申请是于 2009 年 3 月 3 日提交的名称为“Single Boom Cargo Scanning System”的美国专利申请 No. 12/396, 568 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/396, 568 是于 2007 年 11 月 30 日提交的名称为“Single Boom Cargo Scanning System”并且现在被发布为美国专利 No. 7, 517, 149 的美国专利申请 No. 11/948, 814 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 11/948, 814 是于 2004 年 8 月 9 日提交的名称为“Single Boom Cargo Scanning System”的美国专利 No. 7, 322, 745 的继续申请, 美国专利 No. 7, 322, 745 依赖于在 2003 年 8 月 8 日提交的美国临时专利申请 No. 60/493, 935 作为优先权并且是于 2002 年 7 月 23 日提交的名称为“Self-Contained Portable Inspection System and Method”的美国专利申请 No. 10/201, 543 的部分继续申请并且现在的美国专利号为 6, 843, 599。‘591 申请进一步依赖于在 2007 年 12 月 19 日提交的美国临时申请 No. 61/014, 814 作为优先权。

[0004] 本申请还是于 2009 年 3 月 2 日提交的名称为“Single Boom Cargo Scanning System”的美国专利申请 No. 12/395, 760 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/395, 760 是于 2008 年 3 月 20 日提交的名称为“Single Boom Cargo Scanning System”、现在发布为美国专利 No. 7, 519, 148 的美国专利申请 No. 12/051, 910 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/051, 910 是于 2007 年 1 月 12 日提交的相同名称的美国专利 No. 7, 369, 463 的继续申请, 美国专利 No. 7, 369, 463 是美国专利 No. 7, 322, 745 的部分继续申请。

[0005] 本申请是于 2008 年 12 月 19 日提交的名称为“Rotatable Boom Cargo Scanning System”的美国专利申请 No. 12/339, 591 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/339, 591 是上述的美国专利申请 No. 11/948, 814 的部分继续申请并且也是上述的美国专利申请 No. 12/051, 910 的部分继续申请。

[0006] 本申请还是于 2010 年 4 月 5 日提交的名称为“Self-Contained Mobile Inspection System”的美国专利申请 No. 12/753, 976 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/753, 976 是于 2009 年 1 月 7 日提交的相同名称 (现在发布为美国专利 No. 7, 720, 195) 的 No. 12/349, 534 的部分继续申请, No. 12/349, 534 是于 2004 年 9 月 13 日提交的名称为“Self-Contained Mobile Inspection System”的美国专利申请 No. 10/939, 986 的继续申请, 美国专利申请 No. 10/939, 986 是 No. 10/915, 687 (发布为专利 No. 7, 322, 745) 的部分继续申请, No. 10/915, 687 是 10/201, 543 (发布为专利 No. 6, 843, 599) 的部分继续申请并且进一步依赖于在 2003 年 9 月 12 日提交的美国临时专利申请 No. 60/502, 498 作为优先权。

[0007] 本申请还是于 2008 年 10 月 31 日提交的名称为“Cargo Scanning System”的美国专利申请 No. 12/263, 160 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/263, 160 进一步依赖于在 2007 年 11 月 2 日提交的美国临时专利申请 No. 60/984, 786 作为优先权并且是美国专利 No. 7, 322, 745 的部分继续申请。

[0008] 本申请还是于 2010 年 2 月 26 日提交的名称为“Scanning System”的美国专利申

请 No. 12/675, 471 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/675, 471 是 PCT/GB08/02897 的国家阶段进入。

[0009] 本申请还是于 2010 年 5 月 21 日提交的名称为“Compact Cargo Mobile Scanning System”的美国专利申请 No. 12/784, 630 的部分继续申请, 美国专利申请 No. 12/784, 630 进一步依赖于在 2009 年 5 月 22 日提交的相同名称的美国临时专利申请 No. 61/180, 471 作为优先权。

[0010] 所有上面列出的专利申请通过引用将其全文合并于此。

技术领域

[0011] 本发明涉及用于对小汽车、汽车、较大车辆和货物集装箱检测可疑交易和非法物质的 X 光扫描及检测系统。更具体地, 本发明涉及使用透射 (transmission) 和反向散射 (backscatter) 成像传感器的组合来提供高检测性能的四侧成像系统。

背景技术

[0012] 因为 X 光系统能够成本有效地生成肉眼不可见的内部空间的图像, 所以其用于医疗、工业和安全检查目的。曝光于 X 光辐射下的材料吸收不同量的 X 光辐射, 因而将 X 光光束衰减到不同程度, 导致作为材料的特征的辐射的透射或反向散射水平。衰减或反向散射的辐射能够用于生成被照射物体的容纳物的有用描述。在安全检查装备中使用的典型的单个能量 X 光构造可以具有被检查的物体透射或反向散射的扇形或扫描 X 光光束。在光束通过物体之后通过检测器来测量 X 光的吸收或反向散射, 对物体的容纳物产生图像并且将其呈现给操作者。

[0013] 在从对车辆的路边检查到拥挤或高流量港口中的扫描范围内的应用中, 因为有效提供商品跨境的移动的运输系统也提供了包括诸如武器、爆炸物、违法药物和贵金属的违禁品项目的机会, 贸易欺诈、走私和恐怖活动增加了对这样的非侵入式检查系统的需求。术语港口虽然被认作指代海港, 但是也适用于陆地边检站或任何进口港。

[0014] 随着全球商业的增加, 港务局需要额外的海洋停泊处及相关联的集装箱存储空间。典型地, 通过引入更高的集装箱堆、沿着海岸线扩展港口或通过移动到腹地, 来满足额外的空间要求。然而, 这些方案典型地是不可行的。空间通常是基本需求并且是供应不足的。现有的港口根据在对港口的整个基础设施不造成破坏的情况下不容易被修改的常规程序运行。引入新的过程或技术通常需要现有的港口运行过程进行基本改变以促进港口的吞吐量、效率和操作性。

[0015] 由于有限的空间和扩展的需求, 沿着常规过程路线找到容纳额外检查工具的合适空间仍然困难。另外, 所选择的位置的持久性对于港口运营者来说不一定承担检查设备的长期安装。此外, 合并了高能量 X 光源或线形加速器 (LINAC) 的系统需要大量投资屏蔽材料 (一般以混凝土结构或建筑物的形式) 或在建筑物自身周围使用排斥区域 (静区)。在任一情况下, 建筑物覆盖区主要取决于要检查的货物集装箱的尺寸。

[0016] 移动检查系统对于对灵活、增强的检查能力的需求提供了适当的解决方案。因为该系统可再定位并且避免了对容纳设备的持久建筑物的投资, 所以地点部署变为较不重要的问题并且引入这样的系统变得破坏性不大。而且, 移动 X 光系统经由更高的吞吐量向运

营者提供了检查更大阵列的货物、装船、车辆和其他集装箱的能力。

[0017] 常规的可再定位的检查系统通常包括至少两个吊杆,其中一个吊杆将包含多个检测器并且另一个吊杆将包含至少一个 X 光源。检测器和 X 光源协调工作来扫描移动车辆上的货物。在常规的单吊杆可再定位的检查系统中,将 X 光源定位在卡车或平板车上,并且将检测器定位在从卡车向往延伸的吊杆结构上。这些系统以移动扫描引擎系统为特征,其中源检测器系统相对于要检查的静止物体移动。而且,检测器和辐射源安装在可移动底座、吊杆或车辆上,使得他们与车辆集成地结合在一起。这限制了为了最佳便携性而拆除整个系统的灵活性以及容纳宽阵列的不同尺寸的货物、装船、车辆和其他集装箱的可调整部署。结果,这些系统可能变得部署复杂并且造成若干缺点和约束。常规系统的缺点在于他们遭受刚度的缺乏、难以实施、和 / 或具有较小的视野。

[0018] 因此,需要构建为完全自包含的、在行驶合法车辆中的改进的检查方法和系统,所述车辆可以被带到一地点并被迅速部署用于检查。因而该改进的方法和系统可以在多个检查地点服务,并且对跨境违禁品走私犯设立突袭的检查,所述走私犯通常将走私业务从具有强大的禁止措施的边界交叉转移到具有较弱检查能力的软弱交叉。此外,存在对需要最小覆盖区来执行检查并且使用足够范围的辐射能量谱来对贸易车辆以及基本装载 20 尺或 40 尺 ISO 货物集装箱进行安全及有效的光扫描。重要的是,在破坏货物的完整性的情况下执行这样的扫描,并且这样的扫描理想地应当能够在从机场到港口的各种环境中容易地部署,在所述各种环境中,由于拥挤的环境而需要使用单侧检测模式。名称为“Self-Contained Portable Inspection System and Method”的美国专利 No. 6, 543, 599 解决了类似需求,通过引用将其全文合并于此。此外,需要能在便携和固定设置中提供全面的货物扫描的改进的方法和系统。

[0019] 此外,在本领域中已知的移动货物检查系统中,吊杆结构通常笨重,由此导致扫描系统的整个重量接近或甚至超过可允许的轴负载限制。此外,吊杆在拖动时庞大,使得车辆是在道路标准之上的约 4m 高。这使得移动扫描系统不仅难以机动而且由于可应用的对运输重量的道路限制而限制了其在不同地区的移动。因而,还需要一种能够在相对紧密区域拖动使得其能够在道路以及通过空运被容易运输的扫描系统。此外,还需要一种重量轻并且在拖动位置中具有低的高度和重力中心、由此即使在具有挑战的、陡峭的和多坡的区域中也允许道路运输的扫描系统。

[0020] 此外,检查典型地从仅三个或更少方向发生。例如,透射 X 光系统将部署在侧射式或上射式构造中,而反向散射系统通常仅在单侧或三侧构造中可用。

[0021] 因而,需要一种使用透射和反向散射成像传感器的组合来提供高检测性能的四侧成像系统。

发明内容

[0022] 在一个实施例中,本发明是一种用于检查货物的扫描系统,包括:限定检查区域的入口,所述入口包括第一垂直侧、第二垂直侧、顶部水平侧和由适于被车辆开上的坡道限定的水平底座;第一 X 光源,其布置在所述第一垂直侧、第二垂直侧或顶部水平侧中的至少一个上,用于向车辆生成到检查区域的 X 光光束;第一组透射检测器,其布置在所述入口内,用于接收从车辆透射过的 X 光;第二 X 光源,其布置在所述入口的坡道内,用于向所述车辆

的下侧生成 X 光光束 ; 以及第二组检测器, 其布置在所述入口的坡道内, 用于接收从所述车辆反向散射的 X 光。

[0023] 在一个实施例中, 所述系统是可折叠的 (collapsible)。在一个实施例中, 所述坡道包括铰接到第一角度表面和第二角度表面的底座平台, 并且其中, 当所述系统被折叠时, 所述第一角度表面和第二角度表面向上旋转。

[0024] 在一个实施例中, 所述顶部水平侧在第一端连接到所述第一垂直侧、在第二端连接到所述第二垂直侧, 并且其中, 所述第一 X 光源布置在所述第一端和所述第二端之间中间点。

[0025] 在一个实施例中, 所述第一 X 光源是具有范围从 100kVp 到 2Mv 的能量的高能量源。在另一格实施例中, 第二 X 光源是具有范围从 60kVp 到 250kVp 的能量的低能量源。

[0026] 在一个实施例中, 所述系统进一步包括控制器, 其中所述控制器适于仅在所述第二 X 光源不活动时激活所述第一 X 光源。

[0027] 在一个实施例中, 所述系统进一步包括 : 主旋转瞄准器, 其被放置为邻近所述第二 X 光源 ; 以及第二静止瞄准器, 其被放置为邻近所述旋转瞄准器并且平行于检查表面, 其中所述第二瞄准器适于生成在检查区域的中心的第一照射区域和在检查区域的外围的第二照射区域, 并且所述第二照射区域大于所述第一照射区域。

[0028] 在一个实施例中, 所述系统进一步包括在所述第一垂直侧、所述第二垂直侧和所述顶部水平侧中的至少一个中的反向散射检测器。在另一个实施例中, 所述反向散射 X 光源不与所述反向散射检测器一起布置在所述第一垂直侧、所述第二垂直侧和所述顶部水平侧中的至少一个中。

[0029] 在另一个实施例中, 本发明是一种用于检查车辆的方法, 包括 : 提供限定检查区域的入口, 所述入口包括第一垂直侧、第二垂直侧、顶部水平侧和由适于被车辆开上的坡道限定的水平底座 ; 向车辆发信号以开上所述坡道 ; 用来自布置在所述入口的一个侧上的第一源的 X 光照射所述车辆 ; 使用布置在所述入口内的透射检测器, 检测从车辆透射过的 X 光, 以产生代表所述车辆及其容纳物的第一输出信号 ; 用来自布置在所述坡道内的第二源的 X 光照射所述车辆的下侧 ; 以及使用布置在所述坡道内的反向散射检测器来检测从所述车辆反向散射的 X 光, 以产生代表所述车辆及其容纳物的第二输出信号 ; 以及将所述第一输出信号和所述第二输出信号相关, 以产生所述车辆及其容纳物的视觉图像。在一个实施例中, 当所述第二 X 光源不活动时, 所述第一 X 光源操作。

[0030] 在又一实施例中, 本发明是一种用于检查车辆的扫描系统, 包括 : 限定检查区域的入口, 所述入口包括彼此分隔开并且每一个具有顶部侧的第一垂直侧和第二垂直侧 ; 连接所述两个顶部侧的第三侧 ; 适于被车辆开上的坡道 ; X 光源, 布置在所述入口的一侧上, 用于生成到检查区域的 X 光光束 ; 第一组检测器, 其布置在所述入口内, 用于接收从车辆透射通过的 X 光 ; 第二组检测器, 其布置在所述坡道和所述入口的所述第一、第二和第三侧内, 用于接收从车辆反向散射的 X 光 ; 以及图像处理器, 用于从所述第一和第二组检测器接收输出信号并且将所述输出信号覆盖在所述车辆及其容纳物的视觉图像上。

[0031] 在一个实施例中, 所述第一组检测器布置在与所述第二组检测器相同的所述入口的侧中的至少两个上。在一个实施例中, 第一组检测器 : 包括第一检测器和第二检测器, 其分别适于测量在 0keV 到 50keV 和 20keV 到 200keV 的范围内的从车辆透射过的 X 光的能量

分量；以及第三检测器，其用于测量在 100keV 到 2MeV 的范围内的从车辆透射过的 X 光的能量分量。在一个实施例中，三个检测器是以堆叠的构造。在一个实施例中，使用第三检测器的输出与第一及第二检测器的输出的和之间的差来获得材料辨别。

[0032] 在一个实施例中，所述系统进一步包括传感器，其用于在车辆通过入口时测量车辆的速度。在一个实施例中，所述系统进一步包括控制器，其中所述控制器与所述传感器进行数据通信并且接收车辆的速度，并且其中所述控制器适于调整 X 光源的脉冲速率，以基于速度获得检查车辆的每单位长度的基本恒定的剂量。

附图说明

[0033] 当结合附图考虑时，通过参考下面的详细描述，本发明的这些和其他特征和优点将变得更好理解，其中：

[0034] 图 1 是本发明的四侧 X 光成像系统的示意性表示；

[0035] 图 2 图示了本发明的四侧 X 光成像系统的正剖面图；

[0036] 图 3a 是第一构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的示意性表示；

[0037] 图 3b 是如图 3a 中所示的第一构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图；

[0038] 图 3c 是第二构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的示意性表示；

[0039] 图 3d 是如图 3c 中所示的第二构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图；

[0040] 图 3e 是第三构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的示意性表示；

[0041] 图 3f 是如图 3e 中所示的第三构造的容易折叠的 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图；

[0042] 图 4 是三堆叠检测器元件的一个实施例的图示；

[0043] 图 5 是当来自每个检测器元件的信号经过积分电路时的信号处理的积分电路图；

[0044] 图 6a 是分析的数字传感器值的图形表示；

[0045] 图 6b 是分析的数字传感器值的另一个图形表示；

[0046] 图 7 是能够收集反向散射的辐射信号和生成区域的反向散射图像的传感器的一个实施例的图示；

[0047] 图 8 是可以与本发明一起使用的 X 光源的一个实施例的代表截面图；

[0048] 图 9 是当 X 光光束与检查物体以及之后的反向散射接触时 X 光光束的图示；

[0049] 图 10a 是其中用缝状旋转瞄准器来代替笔状旋转瞄准器的本发明的一个实施例的图示；

[0050] 图 10b 是可以对 X 光源点火以从反向散射检测器创建无干扰的 X 光透射图像的相应行的时间的图形表示；

[0051] 图 11a 是在第一构造中的其中可以可选地将扫描组件与运输拖车集成的本发明的另一实施例的图示；

[0052] 图 11b 是在第二构造中的其中可以可选地将扫描组件与运输拖车集成的本发明的另一实施例的图示；

[0053] 图 11c 是在第三构造中的其中可以可选地将扫描组件与运输拖车集成的本发明

的另一实施例的图示；

[0054] 图 11d 是在第四构造中的其中可以可选地将扫描组件与运输拖车集成本发明的另一实施例的图示；

[0055] 图 12 描述了其中四侧反向散射检测器安装在扫描体积 / 管道的外围的本发明的另一实施例；

[0056] 图 13a 描述了具有替选透射 X 光成像几何形状的本发明的 X 光系统的另一实施例；

[0057] 图 13b 描述了具有替选透射 X 光成像几何形状的本发明的 X 光系统的另一实施例；

[0058] 图 13c 描述了具有替选透射 X 光成像几何形状的本发明的 X 光系统的另一实施例；

[0059] 图 14 是其中系统进一步包括车辆检测传感器的本发明的另一实施例的图示；

[0060] 图 15 是将反向散射信号与光学图像重叠的合成图像；以及

[0061] 图 16 描述了能够通过从镜子取得图像信号来生成光学图像的示范性机制。

具体实施方式

[0062] 本发明涉及使用透射和反向散射成像传感器的组合来提供高检测性能的四侧成像系统。本发明涉及多个实施例。本说明书中使用的语言不应被解释为任何一个特定实施例的一般性否认或用于超过在此使用的术语的含义来限定权利要求。现在将详细参考本发明的特定实施例。尽管将结合特定实施例来描述本发明，但是并不意在将本发明限于一个实施例。

[0063] 图 1 是四侧 X 光成像系统 100 的一个实施例的示意性表示。如图 1 中所示，车辆 105 开上坡道 110 并且向在拱道 115 下面，其限定检查入口。具体地，入口由第一（左）侧 106、第二（右）侧 107、顶部侧 108 和底部平台 109 限定，底部平台是坡道的一部分。在一个实施例中，坡道 110 包括：底座；第一角度表面，其向上通向限定坡道的最高部分的平转换点，其也用作底部平台 109；以及第二角度表面，其向下通向地。坡道的最高部分典型地高度在 50 和 150mm 之间。在一个实施例中，拱道 115 容纳 (house) 多个 X 光透射检测器 117 和至少一个 X 光源 119，容纳在如图 2 中的 220 所示的外壳中。

[0064] 尽管图 1 描述了 X 光源 119 在入口的左侧 106，但是本领域普通技术人员将理解其可以在右侧 107，同时对检测器 117 进行适当的重新构造。在一个实施例中，第一侧 106 具有在 2 米到 5 米范围内的高度 106a 和在 2 米到 4 米范围内的宽度 106b；第二侧 107 具有在 2 米到 5 米范围内的高度 107a 和在 2 米到 4 米范围内的宽度 107b；顶部侧 108 具有在 2 米到 5 米范围内的长度 108a 和在 2 米到 4 米范围内的宽度 108b；以及底部平台 109 具有在 2 米到 5 米范围内的长度 109a 和在 2 米到 4 米范围内的宽度 109b，其中宽度取决于主孔的位置。此外，底部平台 109 具有在 0.2 米到 0.4 米范围内的高度，其取决于宽度；在一个实施例中，具有 2 米的底部平台 109 具有 0.2 米的高度。因此，四侧（每一个具有指向检查区域的内面和指向远离检查区域的外面）限定具有最小为 2m^2 到最大 20m^2 的检查区域的检查入口。

[0065] 优选地，容纳 X 光的外壳物理地附接到第一侧 106 的外面，并且近似为 1 米高。外

壳的位置取决于检查入口的尺寸。在一个实施例中,外壳占据第一侧 106 的总高度的 20% 到 50%。因而,在一个实施例中,如果第一侧 106 是五米,则外壳占据总高度的 20%。在另一个实施例中,如果第一侧 106 是 2 米,则外壳占据高度的 50%。

[0066] 在一个实施例中,在第一侧 106 上提供狭缝或开口 121,通过其发射 X 光。狭缝或开口 121 沿第一侧 106 基本向上延伸大约高度的 100%。在一个实施例中,用容易透射 X 光的薄涂层覆盖狭缝或开口 121。在一个实施例中,薄涂层包括诸如铝或塑料的材料并且进一步提供环境屏蔽。

[0067] 在一个实施例中,外壳和 X 光单元进一步包括靠近 X 光的源(未示出)的第一瞄准器和靠近出口(未示出)的第二瞄准器,下面更详细描述。

[0068] 在如此定位 X 光源外壳的情况下,检测器 117 定位在第二侧 107 的内面和顶部侧 108 的内面,并且占据第二侧 107 的整个高度和顶部侧 108 的整个高度,接近第二侧 107。

[0069] 在另一个实施例中,容纳 X 光的外壳物理地附接到第二侧 107 的外面,并且近似为 1 米高。外壳的位置取决于检查入口的尺寸。在一个实施例中,外壳占据第一侧 107 的总高度的 20% 到 50%。因而,在一个实施例中,如果第一侧 107 是五米,则外壳占据总高度的 20%。在另一个实施例中,如果第一侧 107 是 2 米,则外壳占据高度的 50%。如以上关于第一侧 106 所描述的,如果容纳 X 光的外壳在第二侧 107 上,则类似地在第二侧 107 上提供狭缝或开口(未示出)。当外壳在第二侧 107 上时,也类似地在顶部侧 108 和第一侧 106 的内面上提供检测器。

[0070] 在一个实施例中,具有双视图系统,可以在第一侧 106 和第二侧 107 两者上提供容纳 X 光源的外壳。

[0071] 图 2 图示了系统 200 的正剖面图,示出了进口坡道 210a 和出口坡道 210b、以及包含 X 光源 219 的 X 光源外壳 220。

[0072] 在“侧射式”构造中的透射系统(其中源外壳定位在第一侧或第二侧上并且向车辆的一侧发射 X 光)提供检查车辆的门、座位、引擎隔间、行李隔间和室顶的清晰检查。然而,这样的图像提供差的车辆的平面图的检查。“下射式”构造(其中源外壳定位在第一侧或第二侧的底部部分上并且从该底部发射 X 光,在向上方向的较低位置)对车辆的室顶提供有限的检查能力,因为用于该区域的 X 光信号被叠加在底盘(以及乘客)的复杂且更衰减的 X 光信号上,因而导致临界值的图像。

[0073] 为了提供对车辆内的密度更大、更高衰减的物体(诸如引擎和行李隔间)的良好穿透,使用高能量 X 光源(即使调谐到低输出强度)是有利的。适合的高电压源具有从 100kVp 到 2MV 的范围的能量。在一个实施例中,在较低的能量,利用标准的 X 光电子管源。在另一个实施例中,在较高的能量,利用脉冲线形加速器源。在本发明的一个实施例中,标准的操作能量对于较低能量是 200kVp 并且对于较高能量是 1MV。

[0074] 返回参考图 1,为了提供高水平的检查能力,车辆在其上开过的坡道 110 配置有并且在其中包含反向散射 X 光单元,其包括典型具有从 60kVp 到 250kVp 范围内的能量的低能量 X 光源和多个检测器。应理解反向散射单元可以集成到任何底盘结构中,所述底盘结构可移动并且可部署到不同的位置、并且车辆可以在其上开过。来自车辆的底盘的反向散射信号被低原子数材料的区域强烈影响。车辆底盘的多数区域由高原子数结构材料(诸如钢)制成因而提供小的反向散射信号。汽车的底盘典型地由相对薄的堆叠钢制成,其典型

地具有 1-2mm 范围内的厚度。典型地, X 光光束可以穿透通过该底盘并且进入到正好上面的物体。如果低原子数材料位于在正好底盘上面, 则这些材料对于 X 光检测器将是可见的, 而他们对于标准的视觉检查将是不可见的。

[0075] 在操作将 X 光反向散射与 X 光透射成像的四侧成像系统中, 由于透射光束 X 光脉冲可以被定时以与反向散射系统不活动时的时间段一致, 因而消除两个 X 光系统之间的任何串话并且有助于同时发生四侧 X 光检查, 所以使用基于脉冲加速器的 X 光源用于透射成像是高度有利的, 其中所述 X 光源具有用于反向散射成像的连续输出 X 光源。还应理解透射检测器和反向散射检测器与存储器和处理器数据通信, 所述处理器与控制器结合来生成一个或多个透射和 / 或反向散射图像。

[0076] 因为能够在一地点快速并且非侵入部署用于安全筛选的 X 光系统以提供在筛选活动中的突袭元件是高度有利的, 所以在一个实施例中, 本发明是能够装载到卡车上以在地点之间运输的快速可折叠 X 光系统。

[0077] 图 3a、3b、3c、3d、3e 和 3f 描述了几种构造中的快速可折叠 X 光成像系统的一个实施例。图 3a 是第一构造中的快速可折叠 X 光成像系统的一个实施例的示范性表示, 其中该系统处于完全部署的位置。快速可折叠 X 光成像系统 300 包括水平 X 光传感器部分 305、垂直底部部分 310、向上驱动 (drive-over) 反向散射部分 315 和垂直底部支撑和瞄准器部分 320, 透射光束通过其从源 319 传播。此外, X 光成像系统 300 包括 325 (进口和出口), 其允许车辆无缝地在 X 光反向散射单元上开过。图 3b 图示了图 3a 中所示的快速可折叠 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图。图 3b 图示了源 319、垂直支撑和瞄准器部分 320、水平 X 光传感器部分 305 和坡道 325。

[0078] 本发明的快速可部署系统在到达检查地点的仅仅几分钟的时间段内准备好操作。在一个实施例中, 为了装载准备好运输的系统, 并且返回参考图 3a, 使用一组液压油缸或其他适合的机制来分别使用铰链 321 和 322 向内折叠垂直吊杆部分 310 和 320。在一个实施例中, 铰链 321 和 322 分别位于在垂直吊杆部分 310 和 320 的高度的中间。当垂直吊杆部分 310 和 320 使用铰链 321 和 322 向内折叠时, 水平吊杆部分 305 被“降低”, 使得其静止在折叠垂直吊杆部分 310、320 的顶部。

[0079] 图 3c 是第二构造中的快速可折叠 X 光成像系统的一个实施例的示范性表示, 其中垂直吊杆部分 310 和 320 在铰链 321、322 向内叠并且被折叠。图 3d 图示了如图 3c 中所示的第二构造的容易折叠 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图, 进一步示出了坡道 325 和源 319。

[0080] 图 3e 是第三构造中的容易折叠 X 光成像系统的一个实施例的示范性表示, 其中坡道部分 325 使用液压油缸或其他适合机制向内叠。图 3f 图示了如图 3e 中所示的第三构造的容易折叠 X 光成像系统的一个实施例的正剖面图, 图示了在进口和出口两者出向内叠的坡道 325。在该点, 系统准备好运输。应理解成角度的坡道出口和进口被铰接到底座平台并且能够向上移动, 使得尖端 327 指向上, 用于获得系统移动性, 以及向下移动以形成完整的坡道。底座平台优选地容纳上述反向散射系统。

[0081] 为了部署该系统, 将 X 光成像装置放置在地点上并且提供动力。可以从本地主电源或从集成的柴油发电机来取得电力。然后使用液压油缸或其他适合机制来向下叠坡道 325 的两个部分 (进口和出口)。在一个实施例中, 同时叠坡道 325 的进口和出口部分。一

旦坡道 325 向下,使用第二组液压油缸或其他适合机制来打开垂直吊杆部分 310 和 320。在该点,系统准备好使用。

[0082] 在一个实施例中,本发明的 X 光成像系统能够向图像检查器提供与检查物体中存在的材料的类型相关的信息。在该类型的大孔检查系统中,需要高能量 X 光光束,以穿透检查物体。该 X 光光束包含从非常低的能量(典型地小于 10keV)到如通过电子管或线形加速器操作电压(典型地在 100keV 到 2MeV 的范围内)确定的最高能量范围的宽 X 光能量频谱。由于检测物体中的每个材料的独特组成,材料每一个展示 X 光光束的特定衰减,其中该衰减也包括能量依赖组分。

[0083] 常规地,当薄的前检测器测量光束的低能量组分并且较厚的后检测器策略光束的较高能量组分时,低能量(典型地小于 450kVp)X 光光束能够产生材料辨别信息。在此,由于主 X 光光束的不同光电吸收,两个检测器分析检查物体中的不同材料。此外,在高能量光束(典型地在 1MV 及以上的范围内的)的情况下,康普顿散射的分数显著增加。可以使用两个相对厚的检测器来辨别材料,其中第一检测器用于吸收在大约 200keV 以下的大部分信号,其中在第二检测器仅测量康普顿衰减信号时光电效应占支配地位。

[0084] 图 4 是三堆叠检测器的描述。如图 4 中所示,入射的 X 光光束 401 在经过高能量检测器 HE415 之前经过两个低能量检测器 LE_1 405 和 LE_2 410。每个检测器可以由 X 光检测材料的范围形成,所述 X 光检测材料诸如闪烁器(其将 X 光能量转换成光学辐射)、半导体(其将 X 光能量转换成传导带电子)或气体电离检测器(其将 X 光能量转换成电子-离子对)。在一个实施例中,用 1 到 2MeV 系统来利用关于图 4 描述的检测器构造,其中光束能量在 450kVp 以上。在一个实施例中,第一检测器 LE_1 405 能够测量在 0 到 50keV 范围内的透射通过物体的 X 光的能量组分。在一个实施例中,第二检测器 LE_2 410 能够测量在 20 到 200keV 范围内的透射通过物体的 X 光的能量组分。在一个实施例中,第三检测器 HE415 能够测量在 100keV 到 2MeV 范围内的透射通过物体的 X 光的能量组分。

[0085] 在每种情况下,如图 5 所示,来自每个检测器的信号经过积分电路。在该实施例中,但是不限于这样的实施例,利用闪烁器,其中将光电二极管中生成的电信号转换成数字值,该数字值与检测的 X 光强度直接成比例。独立的闪烁器/光电二极管/积分电路用于如图 4 中所示的三个检测器元件 405、410 和 415 中的每个。

[0086] 返回参考图 5,在操作中,积分器 500 设置有出于断开位置的开关 505、510 和 515。正好在 X 光曝光之前,闭合开关 505 并且积分开始。在曝光结束时,断开开关 505 并且将存储的电荷保持在电容器中。当模数转换器(ADC)可用时,闭合开关 515,并且将存储的信号转换成数字值。在转换结束时,再次断开开关 515 并且闭合开关 510。这使得积分器 500 重置,以便其准备好下一个获取周期。

[0087] 如图 6a 和 6b 中所示,然后可以使用上述的处理器对所获得的数字传感器值进行分析。在图 6a 中,根据透射的 X 光光束强度 610 来分析两个低能量传感器 LE_1 和 LE_2 之间的差。在显著低和显著高的衰减区域处,分别在无信息处或在物体是厚的并且没有透射,在两个传感器之间的差小,但是在中间强度处,差增加以产生特定于材料的依赖性。可以取得根据强度的两个或更多个阈值以允许将材料分别分段成例如有机(低 Z)和无机(高 Z)类型 615 和 620。由于该方法依赖于通过光电效应的 X 光的不同吸收,所以在对于约 180keV 的能量大于约 20mm 或对于约 1MeV 的能量大于约 40mm 的钢厚度的衰减处,该技术不提供显

著的辨别结果。

[0088] 如图 6b 中所示,使用处理器来确定康普顿与光电信号的比值在更宽范围的物体衰减上提供了材料辨别,并且适宜于在较大材料厚度处的操作。因而在图 6b 中,根据透射的 X 光光束强度 640 来分析在高能量传感器 HE 和两国低能量传感器 LE_1 和 LE_2 的和之间的差 635 [即 $HE - (LE_1 + LE_2)$]。组合两个效果相对于仅使用两个低能量传感器 (LE_1 和 LE_2) 或单个低能量 (LE_1 或 LE_2) 和单个高能量 (HE) 传感器提供了显著的改进。

[0089] 使用分别获得的 X 光反向散射信号,可以执行替代材料分析。这里,X 光与电子的康普顿相互作用导致非相干散射,其中散射的 X 光比入射的 X 光具有少的能量。材料散射的能力由材料的原子数(对于固体材料其与密度粗略地成比例)来支配—密度或原子数越高,其散射越好。然而,与低密度材料相比,密集材料吸收 X 光也非常好。由于该原因,低密度材料与趋向于导致比高密度材料强的反向散射。在安全检查过程中可以有利地使用这样的反向散射信号。

[0090] 应注意,来自 X 光源的信号与根据到源的距离的平方的倒数下降,因而其离开物体越远而变得越弱,对于来自物体的散射的辐射有同样的效果。此外,低能量反向散射的信号被诸如钢的高密集材料强烈吸收,这意味着这对于分析轿车或类似小型车辆中的钢底盘是良好的技术,其中对定位低密度材料的区域感兴趣。

[0091] 图 7 是能够收集反向散射的辐射信息并且生成区域的反向散射图像的传感器的一个实施例的图示。X 光源 705 生成来自底座平台内的辐射的薄笔形光束,所属辐射在两个检测器区域 710 上从左向右快速扫过。X 光光束典型地在远小于一秒并且通常在 5ms 到 10ms 范围内的时间段内扫过检查物体的视场。当光束扫过检查物体时,X 光反向散射检测器 710 从与检查物体邻近的主 X 光光束的相互作用点的散射信号。反向散射信号的强度取决于在物体的该区域处的密度。通过检测器元件对主光束位置的方位的时间同步读出,能够获得一维反向散射图像。知道车辆移动通过传感器的速度允许从一维图像段的集合重新创建二维图像。

[0092] 在一个实施例中,有利地使用大面积闪烁检测器来形成检测器,其中 X 光生成的光线被反射到诸如光电倍增管的大面积光传感器中。替选实施例可以包括具有漂移场的气体电离腔,以加速离子和电子信号电流的收集。

[0093] 图 8 是可以与本发明一起使用的 X 光源的代表截面图。示出了具有延伸的阳极 805 的辐射源 800,由此阳极操作在地电势,而阴极 810 在负的高电势。对于本领域技术人员将明显的是,具有接地阴极的替选构造和阴极在负电势以及阳极在正电势的不同系统也是可能的。通过诸如钨和铅的适合材料来屏蔽 X 光源,以防止来自 X 光管的不希望辐射到达检查物体。

[0094] 电动机 815 和变速箱 820 驱动瞄准器 825,其包括形成一个或多个预定空隙、空间或孔 830 的固体钨块或组合的钨 / 铅 / 钢组件,所述一个或多个预定空隙、空间或孔 830 允许在与瞄准器 825 的旋转轴垂直的方向上以笔形光束的方式发射辐射。两个这样的瞄准器空 830 在图 8 中被示为直接相对。高电压连接 840 提供用于电连接到 X 光管的点,使得可以远离 X 光检查区域安装高电压电源。

[0095] 在操作中,瞄准器的旋转轴处于检查物体的运动方向,使得主 X 光光束在与检查物体的运动相垂直的方向上扫动。如图 9 中所示,X 光光束 905 在第一方向上从源组件 906

出现,并且在主光束 905 与检查物体 910 的相互作用点 907 处生成反向散射辐射 912,其与邻近的 X 光检测器 915 相互作用。

[0096] 如上所述,主光束在一个区域上的平均强度取决于测量点到源始点的距离。由于该原因,在扫描区的外围接收的信号没有靠近同一散射表面的检查区域的中心接收的信号稍强烈。为了解决该问题,如图 10a 中所示的,在本发明的一个实施例中,用缝状旋转瞄准器部件 1005 来代替笔状旋转瞄准器部件。然后将第二瞄准器孔 1010 放置为邻近旋转瞄准器并且平行于检测表面。第二瞄准器 101 在检查区域 1015 的中心窄(直接在旋转缝瞄准器 1005 上)并且离开旋转缝瞄准器的距离处变宽。这在主光束强度高的检查区域的中心提供了小的照射区域 1020,而在主光束强度低的检查区域的外围提供了更大的照射。这保持了信号的动态范围并且使得容易收集具有良好的信噪比的数据和重新构造单独的扫描行物体密度。

[0097] 为了最小化反向散射成像组件和透射 X 光成像系统之间的串话,同步两个系统的操作是有利的。对于具有两个孔的旋转反向散射瞄准器,每一个被定位为与另一个基本相对(一个与另一个成 180 度旋转),存在任何一个都不发射光束到物体上的时刻。这发生在瞄准器相对于扫描平面成 0 度和 180 度时。

[0098] 因此,如图 10b 中所示,优选在时间 T_{1-N} 1030 激活脉冲化的 X 光源,以在瞄准器不发射反向散射光束到物体上时生成透射 X 光图像的相应行,如时间 T'_{1-N} 1040 所示,由此避免与反向散射检测器的干扰。在一个实施例中,对于 100Hz 的 X 光源脉冲,反向散射成像瞄准器需要以每秒 50 转或 300RPM。通过在瞄准器马达控制器和 X 光透射源控制器之间放置锁相环或等效的反馈电路,能够调整瞄准器和 X 光源的频率,以考虑检查物体在经过 X 光成像系统时的速度的变化。

[0099] 如图 11a、11b、11c 和 11d 中所示,在本发明的另一个实施例中,可以可选地将机械扫描装置与拖车集成以允许在车辆后拖着装备。图 11a 示出了已部署并且准备好使用的第一构造的系统 1105a,其中运输拖车 1110a 被折叠在检查系统的侧面并且车辆坡道 1115a 处于打开并准备好被开上的位置。当到了安置装备时,检测器阵列向下折叠并且车辆坡道 1115b 向上折叠,如图 11b 中所示,使得系统处于第二构造。如图 11c 中所示,在第三构造中,将拖车 1110c 降低,抬升成像装备 1120c 的一端。如图 11c 中所示,然后使用摇柄或其他机制来将 X 光系统 1105d 拉到拖车上准备好运输,处于第四构造。为了部署系统,反向实施上述的过程。有利地,用于拖拖车的车辆提供有图像检查计算机,一个或多个操作者可以使用其来分析图像并且根据需要而转向并停止车辆进行进一步搜索,所述计算机报刊上述存储器和处理器,用于处理进入的反向散射和透射数据信号。

[0100] 图 12 描述了本发明的另一个实施例,其中四侧反向散射检测器 1205 安装在扫描管道的外围。检测器的每个面板类似于参考图 7、8、9 和 10 描述的传感器,但是现在也可以生成四侧反向散射图像。有利地,反向散射监测器安装到与透射 X 光系统相同的框架上,使得可以获取并发的透射和反向散射图像数据。这允许通过合适的图像操作来覆盖反向散射和透射 X 光图像。在该实施例中,将反向散射检测器而不是反向散射 X 光源集成到第一侧 106、第二侧 107 和顶部侧 108 中的一个或多个中。替选地,可以将反向散射检测器而不是反向散射 X 光源集成到第一侧 106、第二侧 107 和顶部侧 108 中的所有三个侧中。替选地,可以将具有反向散射 X 光源的反向散射检测器集成到第一侧 106、第二侧 107 和顶部侧 108

中的一个或多个中。

[0101] 图 13a、13b 和 13c 描述了具有替选的透射 X 光成像几何形状的本发明的 X 光系统的其他实施例。图 13a 示出了以“下射式”构造的 X 光源 1305a, 而图 13b 示出了包括“下射式”1305b 和“侧射式”1310b 两者的组合或双视图系统。图 13c 示出了双视图系统, 具有“下射式”1305c 和“侧射式”1310c 两者, 进一步包括四侧反向散射系统, 具有集成到系统 1320c 的底座中的反向散射源和反向散射检测器以及集成到剩余三侧 1325c 的每个中的透射检测器。对于本领域普通技术人员明显的是, 基于该公开可以取得其他构造。

[0102] 图 14 是本发明的一个实施例的图示, 其中系统进一步包括至少一个车辆存在检测传感器, 优选地是分别在主平台 1401 的左和右边的两个车辆存在检测传感器 1405 和 1410 的组合。传感器 1405 用于在车辆靠近时接通 X 光光束。当车辆从图中所示的右边靠近时, 其是最右边的传感器。传感器 1410 (图中的最左边的传感器) 用于在车辆一旦经过成像平面时断开 X 光光束。在一个实施例中, 可以使用额外的传感器来测量车辆经过传感器的速度。车辆速度可以用于调整瞄准器旋转的速度和源脉冲速率, 以确保独立于车辆速度来维持良好的图像质量。这也允许递送检查车辆的每单位长度的恒定剂量, 帮助确保在 X 光扫描期间对车辆的驾驶员和乘客的已知安全剂量。

[0103] 图 15 示出了覆盖来自检查车辆的下侧的 X 光反射信号 1505 的合成图像, 所述 X 光反射信号 1505 与在获取 X 光图像时使用适合的光学系统获取的同一车辆的光学图像 1510 相关。

[0104] 图 16 示出了可以通过获得来自镜子 1605 的图像信号来生成光学图像的示范性机制, 所述光学信号随 X 光瞄准器旋转通过一个或多个光学滤波器 1610 到达一个或多个光学检测器 1615。该构造确定在相对于透射图像的生成的已知时间来捕捉光学图像。

[0105] 尽管已图示和描述了目前认为是本发明的优选实施例的实施例, 但是本领域技术人员将理解, 在不背离本发明的真实范围的情况下, 可以进行各种改变和修改, 并且可以等同物来替代其元件。此外, 在不背离本发明的中心范围的情况下, 可以对本发明的教导进行许多修改以适应特定情形或材料。因而旨在本发明不限于作为预期用于执行本发明的最佳模式而公开的特定实施例, 而是本发明将包括落入在所附权利要求的范围内的所有实施例。

[0106] 附图翻译

[0107] 图 10

[0108] Static collimator 静止瞄准器

[0109] Time 时间

[0110] 图 15

[0111] Backscatter signal 反向散射信号

[0112] Optical image 光学图像

[0113] 图 16

[0114] Detector 检测器

[0115] Rotating mirror 旋转镜子

[0116] Optical aperture 光学孔径

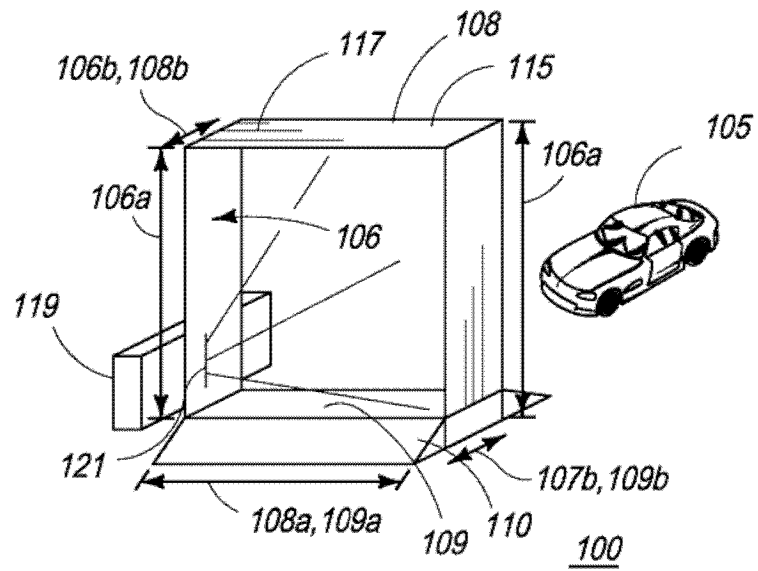


图 1

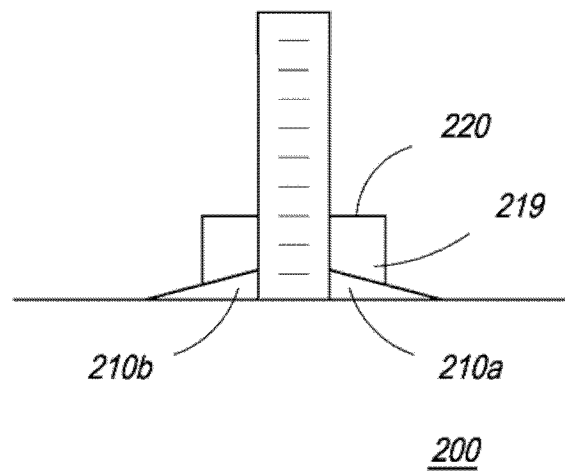


图 2

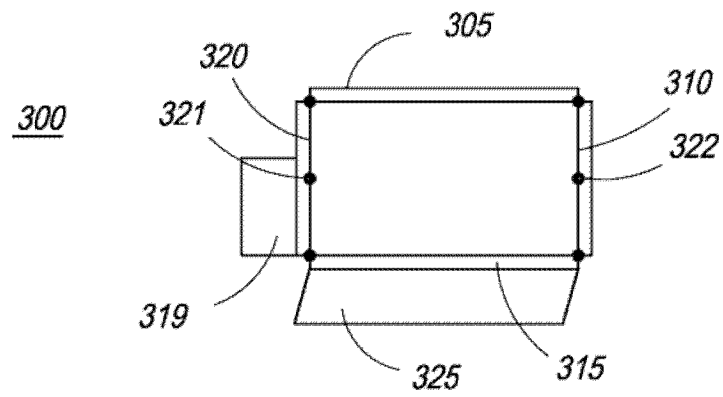


图 3A

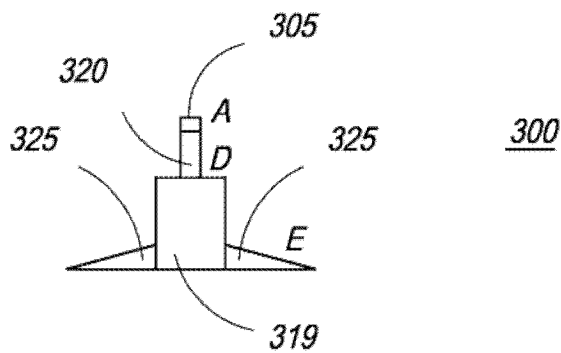


图 3B

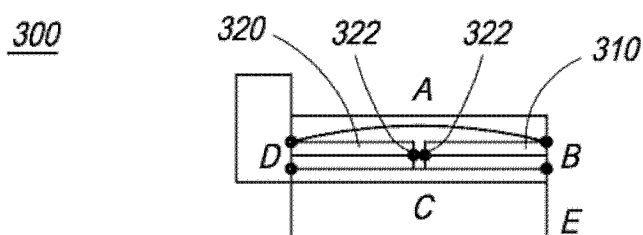


图 3C

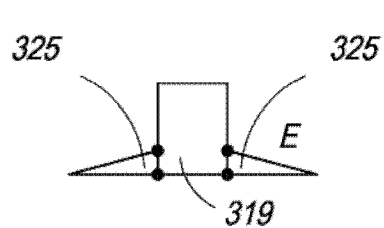


图 3D

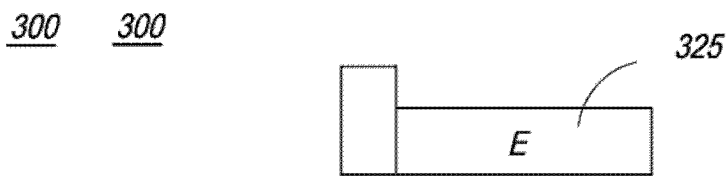


图 3E

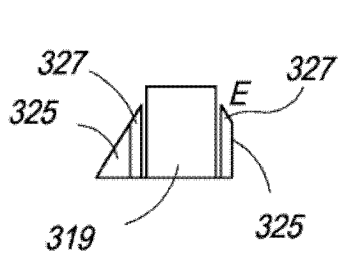


图 3F

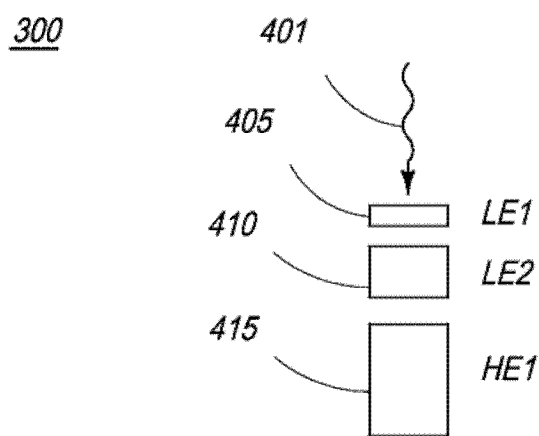


图 4

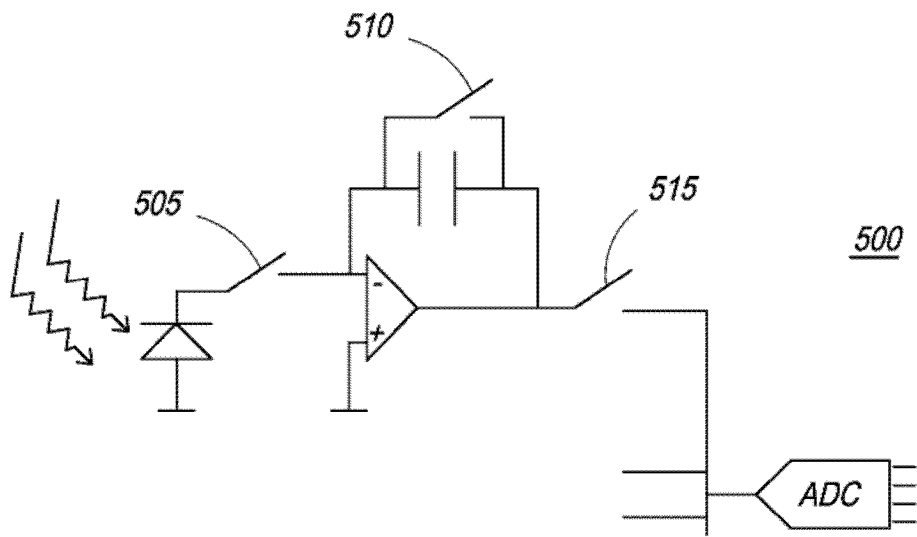


图 5

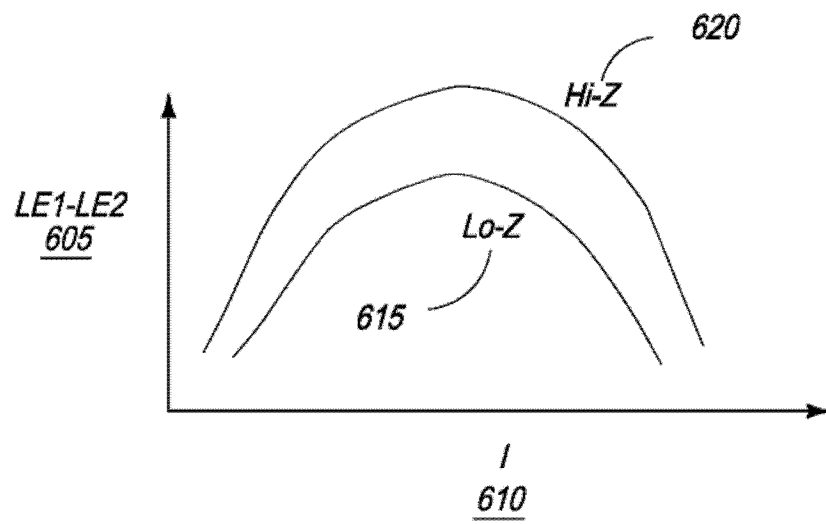


图 6A

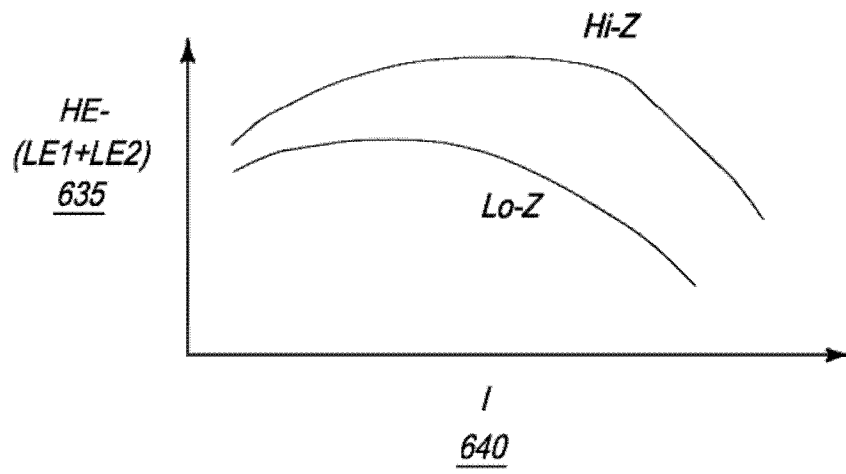


图 6B

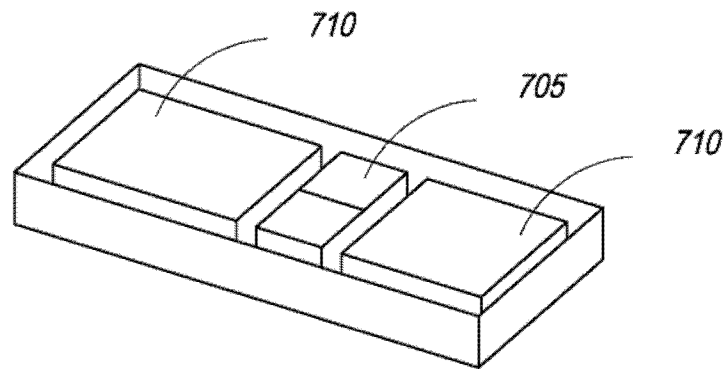


图 7

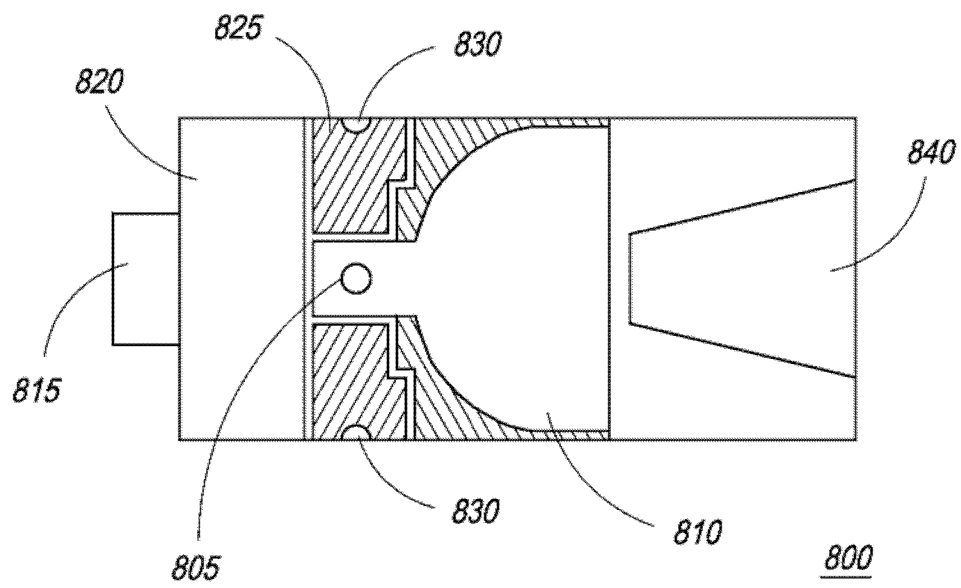


图 8

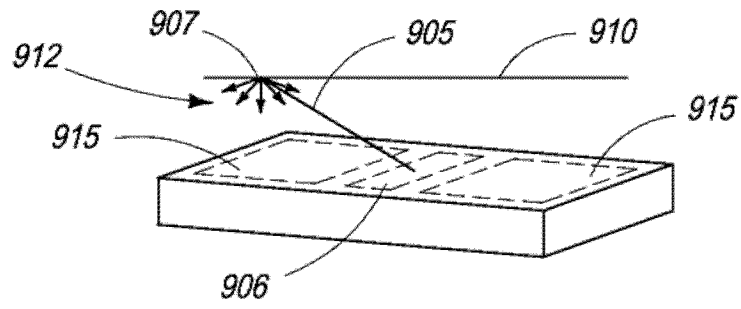


图 9

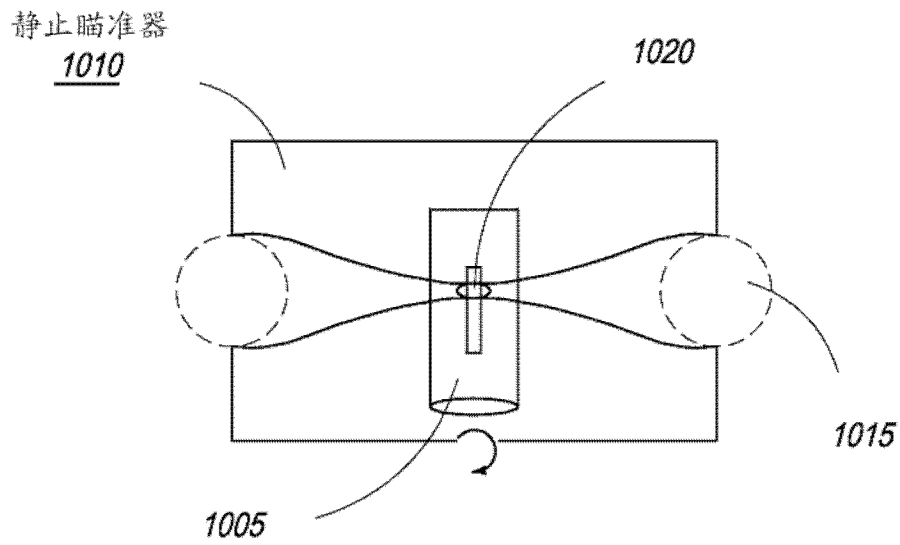


图 10A

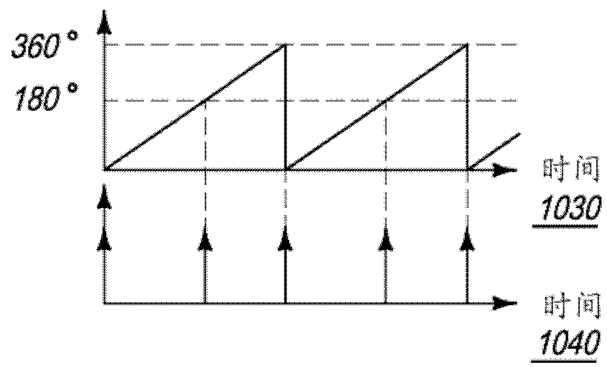


图 10B

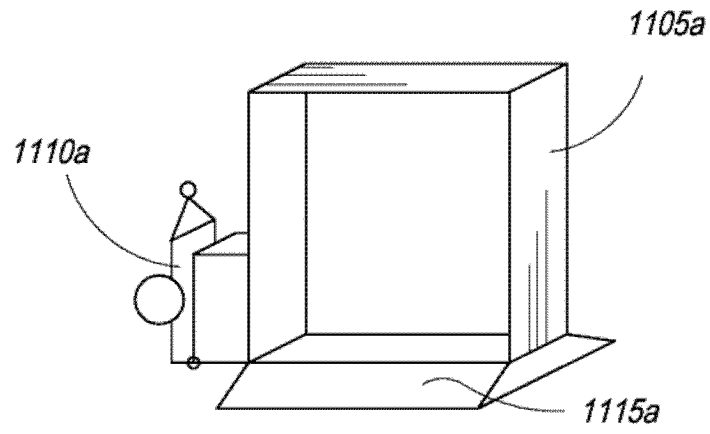


图 11A

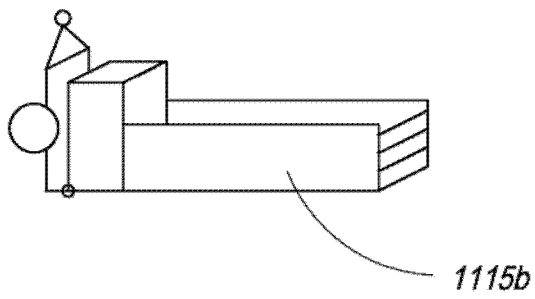


图 11B

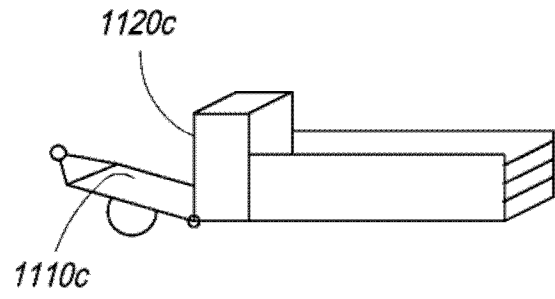


图 11C

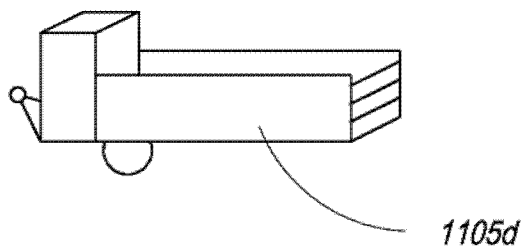


图 11D

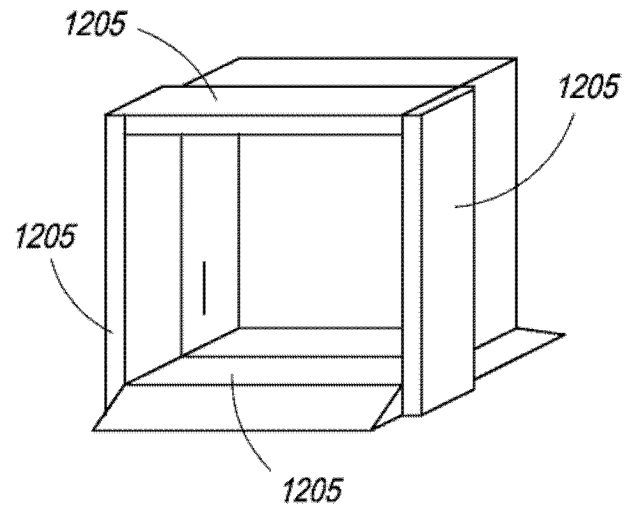


图 12

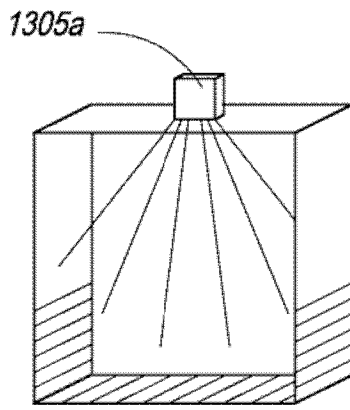


图 13A

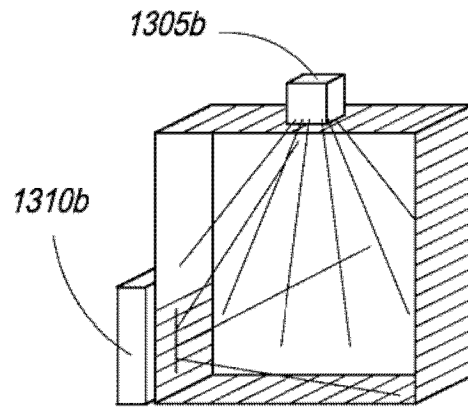


图 13B

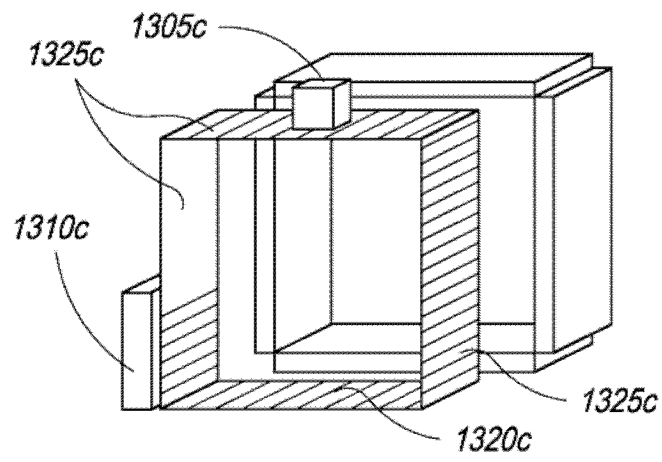


图 13C

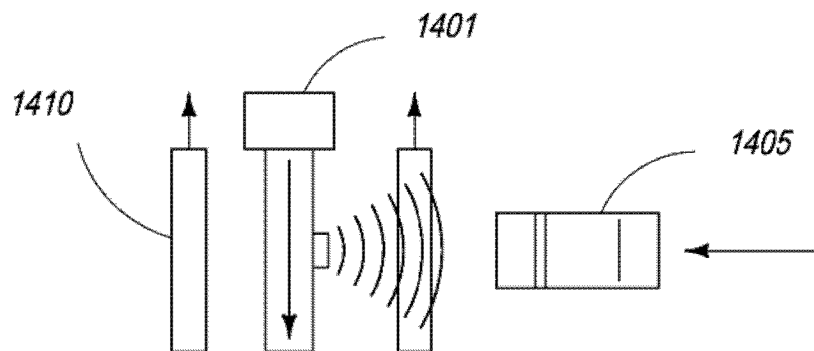


图 14

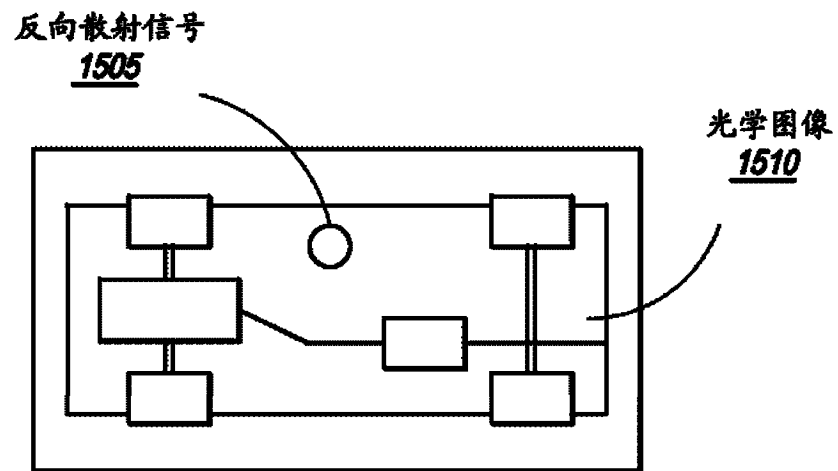


图 15

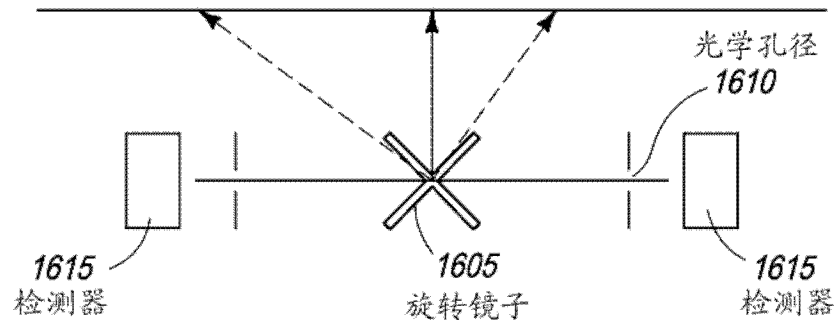


图 16