



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103398674 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201310339137.5

科恩·维哈尔特

(22)申请日 2008.05.02

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103398674 A

代理人 张春媛 阎斌斌

(43)申请公布日 2013.11.20

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G01B 11/25(2006.01)

60/916,004 2007.05.04 US

G01B 11/275(2006.01)

12/113,300 2008.05.01 US

(62)分案原申请数据

(56)对比文件

200880014747.5 2008.05.02

WO 00/71972 A1,2000.11.30,说明书第5页20-25行至第6页1-5行、第7页4-11行、19-25行、第13页23-25行至第14页1-16行及图1-3.

(73)专利权人 宝克E.博特机械公司

CN 1157078 A,1997.08.13,全文.

地址 美国密歇根州

FR 2808082 A1,2001.10.26,全文.

专利权人 维哈尔特新产品和服务公众有限公司

US 6400451 B1,2002.07.04,全文.

审查员 王奇云

(72)发明人 克里斯·德·索罗维乐

狄迪尔·伯格胡恩

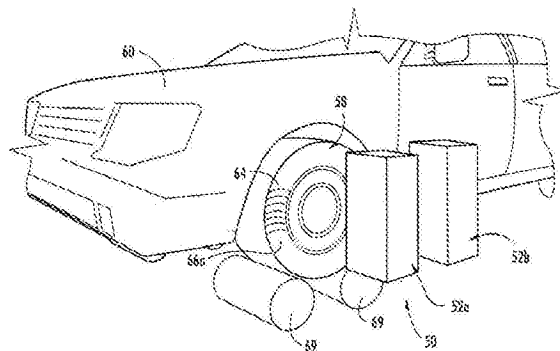
权利要求书2页 说明书15页 附图13页

(54)发明名称

非接触式车轮定位传感器以及方法

(57)摘要

一种确定对象的取向比如安装在机动车(60)上的轮胎和车轮组件(58)的定位特征的传感器和方法,包括从第一光线投射仪(70)投射多个光线平面(62)到轮胎和车轮组件(58)上以在轮胎和车轮组件(58)中的轮胎(66)上形成多个大体上平行的照明线(64),用光电装置(76)在相对于第一光线投射仪(70)的投射角的角度上接收从轮胎(66)反射的照明线(64)中至少一些被反射的图像,并且确定由来自被选择的点(55)的空间坐标所限定的平面(57),该被选择的点(55)位于由该光电装置(76)成像的每个照明线(64)上,该平面(57)代表轮胎和车轮组件(58)的取向。



1. 一种确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的方法,所述方法包括:
投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上以在轮胎和车轮组件中的轮胎上形成多个大体上平行的照明线,其中所述投射步骤包括形成所述照明线的其中之一比其余的所述照明线更密集;
用光电装置接收至少一些所述照明线的被反射的图像;
在上述接收步骤判定所述照明线成像的标识和位置,其中更密集的照明线用于在所述判定步骤中判定所述标识和位置;并且
确定由来自所述光电装置成像的所述照明线的空间坐标所限定的平面,所述平面代表轮胎和车轮组件的取向。
2. 一种确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的方法,所述方法包括:
投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上以在轮胎和车轮组件中的轮胎上形成多个大体上平行的照明线,其中所述投射步骤包括在间距不同于所述照明线的其他照明线对的照明线对之间形成空隙;
用光电装置接收至少一些所述照明线的被反射的图像,包括接收形成所述空隙的照明线的被反射的图像;
在上述接收步骤判定所述照明线成像的标识和位置,并且其中所述空隙用于在所述判定步骤中判定所述标识和位置;并且
确定由来自所述光电装置成像的所述照明线的空间坐标所限定的平面,所述平面代表轮胎和车轮组件的取向。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述投射多个光线平面包括在该轮胎和车轮组件上发散地投射所述多个光线平面。
4. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述投射多个光线平面包括相对于该轮胎和车轮组件成一角度的投射所述多个光线平面。
5. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述投射多个光线平面包括将所述多个光线平面投射到反射装置上,所述反射装置将所述多个光线平面射向该轮胎和车轮组件上。
6. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述接收至少一些所述照明线的被反射的图像包括用反射装置将所述至少一些所述照明线对准所述光电装置。
7. 如权利要求1或2所述的方法,还包括在轮胎和车轮组件旋转时重复所述接收至少一些所述照明线的被反射的图像,从而由所述光电装置成像多个帧。
8. 如权利要求7所述的方法,还包括对于由所述光电装置成像的所述多个帧重复所述确定由来自所述光电装置成像的所述照明线的空间坐标所限定的平面。
9. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述投射多个光线平面包括投射多个光线平面同时到第一轮胎部分和第二轮胎部分上,第一轮胎部分相对于第二轮胎部分放置在该车轮周围。
10. 如权利要求9所述的方法,其中所述接收至少一些所述照明线的被反射的图像包括接收从第一和第二轮胎部分反射的图像。
11. 如权利要求1-10中任一项所述的方法,其中所述投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上的步骤在轮胎上形成大约15条大体上平行的照明线。
12. 如权利要求1-10中任一项所述的方法,其中用光电装置接收至少一些所述照明线

的被反射的图像包括接收大约10至12条所述照明线的被反射的图像。

13. 一种用于确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的非接触式车轮定位传感器,所述传感器包括:

多光线投射仪,其将多个光线平面投射到轮胎和车轮组件上以在轮胎上形成大体上平行的照明线;

光电装置,其接收至少一些所述照明线的被反射的图像;以及

处理器,其判定所述照明线成像的标识和位置并且确定来自所述照明线的空间坐标所限定的平面,所述照明线由所述光电装置成像,所述平面代表轮胎和车轮组件的取向,其中所述光线投射仪在该轮胎上形成所述照明线的其中之一比其他的所述照明线更密集,并且其中所述光电装置接收所述更密集的照明线所反射的图像,所述处理器基于所述更密集的照明线判定由所述光电装置成像的所述照明线的标识和位置。

14. 一种用于确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的非接触式车轮定位传感器,所述传感器包括:

多光线投射仪,其将多个光线平面投射到轮胎和车轮组件上以在轮胎上形成大体上平行的照明线;

光电装置,其接收至少一些所述照明线的被反射的图像;以及

处理器,其判定所述照明线成像的标识和位置并且确定来自所述照明线的空间坐标所限定的平面,所述照明线由所述光电装置成像,所述平面代表轮胎和车轮组件的取向,其中所述光线投射仪在间距不同于所述照明线的其他照明线对的照明线对之间形成空隙,并且其中所述光电装置接收形成所述空隙的所述照明线的被反射的图像,所述处理器基于所述空隙判定由所述光电装置成像的所述照明线的标识和位置。

15. 如权利要求13或14所述的非接触式车轮定位传感器,其中所述多个光线投射仪将所述多个光线平面发散地投射到所述轮胎和车轮组件上。

16. 如权利要求13或14所述的非接触式车轮定位传感器,还包括第二多个光线投射仪和第二光电装置,并且

其中所述第二多个光线投射仪投射多个另外的光线平面,以在轮胎的另一部分上形成另外的大体上平行的照明线,并且

其中所述第二光电装置接收由另外的光线平面形成的至少一些所述另外的照明线的被反射的图像,并且

其中所述处理器判定由所述另外的光线平面形成的所述另外的照明线由所述第二光电装置成像的标识和位置,并且确定由所述光电装置成像的所述照明线和由第二光电装置成像的所述另外的照明线的空间坐标限定的平面,所述平面代表轮胎和车轮组件的取向。

非接触式车轮定位传感器以及方法

[0001] 本申请是申请号为200880014747.5、申请日为2008年5月2日、发明名称为“非接触式车轮定位传感器以及方法”的PCT国际发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于确定三维对象相对于参照系的取向的测量设备,尤其是,涉及一种包括一个或多个专门适用于机动车车轮的传感器的测量系统,传感器使用投射到轮胎和车轮组件上的光束来限定车轮相对于预定取向的取向平面。

背景技术

[0003] 在汽车工业中,适当的机动车质量需要在制造期间及其后机动车使用寿命期间对车轮定位设置进行测量和调节。机动车车轮的适当定位和对准,尤其是导向轮比如机动车的前轮,需要设置束角、外倾角角度以及后倾角角度。束角是机动车径向轴和通过该车轮/轮胎中心的平面之间的角度而且影响该机动车的直前运作还有导向。外倾角角度是轮轴在竖直平面内朝着道路表面的倾斜并且在该车轮顶部朝着机动车中心倾斜时为负数。后倾角角度是平行于机动车中心线方向的转向轴的倾斜。朝着机动车后面倾斜导致正的后倾角。在组装和/或修理机动车期间,重要的是测量、调节或监察、以及设置束角还有机动车车轮的外倾角和转向角角度,尤其是导向轮,所以该机动车会适当地开走并驾驶。

[0004] 过去,使用了各种方法来测量机动车车轮的束角和外倾角,包括直接和间接方法。直接测量方法需要人类司机或机制将测量工具放置成与机动车接触并且容易出现放置误差和磨损。间接测量方法,有时称为非接触方法,典型地包括在轮胎安装到机动车上时察看或检测投射在其上的光线图像,并使用计算机从这些图像中算出轮胎定位以提供最终的定位信息。现有公知的直接测量方法很麻烦、耗费时间、常常是劳动密集的、而且比理想的精确度低。现有的非接触或间接方法涉及将一个或两个光束投射到轮胎的离散位置上,而且接收并处理从该轮胎反射的这些光束的图像以重建车轮/轮胎平面。

[0005] 因此,确定了需要用来测量和确定机动车车轮更广泛来说是任何三维对象的取向的设备和方法,其都会使车轮或对象的平面得以为定位为了设置车轮/轮胎的束角和/或外倾角起见更精确并牢固地确定以指示车轮/轮胎相对于车辆中心线的定位。

发明内容

[0006] 因此,本发明提供一种用于确定三维对象的取向的设备和方法,而且优选方式是有理想的定位特征的轮胎和车轮组件。传感器在轮胎和车轮组件上投射多个光束以形成多个大体上平行且水平的照明图像。然后这些照明线中的一些或所有所反射的图像被传感器接收。投射到轮胎上的多个照明线和捕获的图像中这些线的定位使车轮的三维空间取向或几何形状能够算出。

[0007] 根据本发明一方面,一种确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的方法包括从第一光线投影仪投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上以在轮胎和车轮组件中

的轮胎上形成多个大体上平行的照明线,用光电装置在相对于第一光线投射仪的投射角度的角度上接收从轮胎反射的这些照明线中至少一些所反射的图像,并且确定由来自被选择的点的空间坐标所限定的平面,该被选择的点位于由光电装置成像的每个照明线上,该平面代表轮胎和车辆组件的取向。

[0008] 从第一光线投射仪投射的多个光线平面可被发散地投射。反射装置可以用于投射多个光线平面而且/或者用于将所反射的图像对准光电装置。可以将多个光线平面相对于车轮投射到轮胎仅一侧上,或者可以同时投射在周围或在车轮周围车胎完全相反的部分上。当轮胎和车轮组件旋转时光电装置可以重复成像这部分被反射的照明线。在这种情况下,例如,可以对于每一帧重复计算该平面并求平均值,或者可以对每个照明线上所选择的点的空间坐标在重复的帧图像上求平均值以限定该平面。

[0009] 确定定位特征的方法还可以包括将从第二光线投射仪投射单一光线平面到该轮胎和车轮组件上以形成该轮胎和车轮组件的轮胎上的单一参考照明线,用光电装置从轮胎接收该参考照明线被反射的图像,而且确定从参考照明线到非接触式车轮定位传感器的参考距离,该非接触式车轮定位传感器包括第一和第二光线投射仪和光电装置。该方法进一步包括使用参考距离在接收被反射图像的步骤识别哪些照明线被成像。根据这一方面,第二光线投射仪相对于第一光线投射仪有角度地取向。

[0010] 确定定位特征的方法还可以进一步包括为位于由光电装置成像的每个照明线上的多个点来判定三维空间坐标并推导出每个照明线的最佳拟合曲线方程,包括确定该平面是对于推导出的曲线方程的最佳拟合切面。该方法可以进一步包括在离参考平面最近的每个照明线上确定参考点并随后确定第一平面为到来自每个照明线的这些参考点的最佳拟合平面。该方法进一步迭代地确定平面是通过首先确定位于离先前确定的平面最近的每个照明线上的被选择点,然后确定新平面为到被选择点的最佳拟合平面,被选择点位于离新确定的平面最近的每个照明线上。

[0011] 还进一步来说,该方法可以包括从另一个光线投射仪投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上以在轮胎上形成多个大体上平行的第二照明线。来自第一光线投射仪的照明线与来自其他光线投射仪的第二照明线间隔开,由光电装置接收的被反射的图像包括由第一光线投射仪形成的至少一个照明线和由其他光线投射仪形成的至少一个照明线。

[0012] 根据本发明另一方面,一种确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的方法包括提供第一非接触式车轮定位传感器和在轮胎和车轮组件中车轮周围定位的第二非接触式车轮定位传感器,每个传感器包括多光线投射仪和照相机装置。从第一和第二传感器中多光线投射仪投射多个光线平面到轮胎和车轮组件上以在第一和第二轮胎部分上形成多个大体上平行的照明线,而且用第一传感器的照相机装置接收来自第一轮胎部分的照明线中至少一些的被反射图像并且用相对于多光线投射仪有角度偏移取向的第二传感器的照相机装置接收来自第二轮胎部分的照明线中至少一些的被反射图像。该方法进一步包括确定由来自被选择的点的空间坐标系限定的平面,该被选择的点位于第一和第二传感器中照相机装置所成像的每个照明线上,该平面代表轮胎和车轮组件的取向。

[0013] 第一和第二传感器中多光线投射仪可以发散地投射光线平面。每个传感器还包括单线参考投射仪,该方法进一步包括将单线平面从两个单线参考投射仪投射到轮胎和车辆组件上以形成第一和第二轮胎部分上的单个参考照明线。该方法进一步包括用照相机装置

接收单个参考照明线所反射的图像并确定从第一轮胎部分上的单个参考照明线到第一传感器的参考距离,而且确定从第二轮胎部分上的单个参考照明线到第二传感器的参考距离。该方法可以进一步包括当轮胎和车轮组件旋转时用第一和第二传感器中照相机装置重复接收所反射的图像。

[0014] 根据本发明另一方面,用于确定安装在机动车上的轮胎和车轮组件的定位特征的非接触式车轮定位传感器包括第一多光线投射仪、照相机装置、以及处理器。第一多光线投射仪将多个光线平面投射到轮胎和车轮组件上以在轮胎上形成大体上平行的照明线。照相机装置在相对于第一多光线投射仪的投射角的偏移角度上接收从轮胎反射的照明线中至少一些被反射的图像。该处理器确定由来自被选择的点的空间坐标所限定的平面,该被选择的点位于由照相机装置成像的每个照明线上,该平面代表轮胎和车轮组件的取向。

[0015] 根据该发明一方面,多光线投射仪可以分散地投射多个光线平面。该传感器还可以包括单线参考光线投射仪,该投射仪将单个光线平面投射到轮胎和车轮组件上以形成该轮胎上的参考照明线,使该单线参考光线透视仪取向成在从所述第一多光线投射仪偏移一个角度上投射。该非接触式车轮定位传感器可以可选地包括第二多光线投射仪,该投射仪将第二多个光线平面投射到轮胎和车轮组件上以在轮胎上形成大体上平行的照明线的第二集合。由第一多光线投射仪形成的照明线与由第二多光线投射仪形成的大体上平行的照明线的第二集合在该轮胎上有选择性间隔。该传感器还可以可选地包括反射装置朝着轮胎投射光线平面并且/或者朝着照相机装置反射图像。

[0016] 本发明对现有的为定位起见而测量和计算三维对象比如机动车车轮的取向的公知设备和方法提供了显著优势。本发明的非接触式传感器将多个照明线投射到对象上,比如轮胎和车轮组件中的轮胎上,还有接收这些照明线所反射的图像。从所反射的图像中,该传感器确定该轮胎上照明线所选择的点的三维空间坐标而且通过所确定的三维空间坐标来确定平面,该平面代表该轮胎和车轮组件的取向并从其中算出束角和外倾角,还有其他定位特征。投射多个照明线提供了更多的测量点,并因而更精确地确定了轮胎和车轮组件的取向,还增加了传感器可以运作的工作领域。投射多个光线平面还使轮胎和车轮组件上这些光线平面的投射角或照明线的视角能够被传感器所增加,这进而加强了传感器的灵敏度。轮胎和车轮组件取向可以对于由该传感器成像的每个照明线来计算,由此提高冗余度、鲁棒性而且使噪声减少。还进一步来说,由于轮胎大体上圆环形状和投射到轮胎侧壁表面上的照明线被关联确定的顶点,单一图像可以用来计算外倾角、束角角度、以及车轮中心位置。

[0017] 一旦结合图形来看下面的说明书,本发明这些和其他目标、优势、目的和特点就将越发清晰。

附图说明

[0018] 图1是挨着机动车的轮胎和车轮组件的根据本发明所述的一对传感器的透视图;

[0019] 图2是对机动车的轮胎和车轮组件的束角角度的图示说明;

[0020] 图3是对机动车的轮胎和车轮组件的外倾角角度的图示说明;

[0021] 图4是根据本发明所述的传感器的示意性透视图,示出该传感器内部部件的位置和取向;

- [0022] 图5是图4的传感器去掉箱体盖的透视图以图示说明内部光线投射仪、参考光线投射仪、以及照相机装置。
- [0023] 图6是图5传感器组件的侧视图；
- [0024] 图7是根据本发明所述另一个传感器的透视图；
- [0025] 图8A是图7的传感器去掉箱体盖的透视图以图示说明内部光线投射仪、参考光线投射仪、照相机装置、以及反射构件。
- [0026] 图8B是图7传感器组件的侧视图；
- [0027] 图9是根据本发明所述另一个传感器的侧视图；
- [0028] 图10是根据本发明所述还有一个传感器的侧视图；
- [0029] 图11是机动车的轮胎和车轮组件的透视图，图示说明合适的坐标轴参照系；
- [0030] 图12是轮胎和车轮组件的透视图，图示说明将光线平面从光线投射仪(未示出)投射到轮胎和车轮组件上以形成照明线；
- [0031] 图13是轮胎和车轮组件的前视图，图示说明投射到轮胎左侧与右侧部分上的照明光线；
- [0032] 图13A是轮胎和车轮组件的透视图，图示说明投射到轮胎左侧与右侧部分上的照明线而且示意性说明沿着这些照明线的轮胎上的点和对该组件的切面；
- [0033] 图13B是框图流程图，图示说明一种使用根据本发明所述的传感器得到与轮胎和车轮组件相切的平面的方法；
- [0034] 图14图示说明相对于坐标轴参照系，在各种校准位置之上被反射的照明线的多个校准曲线；
- [0035] 图15图示说明相对于坐标轴参照系，X1平面与对应于特定照明线的校准曲线相交的点和通过这些相交点的多项式曲线；
- [0036] 图16图示说明在确定真正的平面之前轮胎和车轮组件的多个潜在平面；以及
- [0037] 图17安装到机动车试验台上根据本发明所述的传感器的透视图，位于试验台上的校准框用于校准该传感器。

具体实施方式

[0038] 现在将参照附图描述本发明，在下面所写的描述内容中被标号的元件对应于附图中相同标号的元件。测量系统或设备50，在图1图示说明的实施例中，包括一对非接触式车轮定位传感器52a、52b，用于确定车轮定位特征比如束角、外倾角、后倾角、定位轴倾斜(SAI)，还有车轮中心、对称轴、以及后止推角度。图2图示说明要确定的束角角度54，图3图示说明要确定的外倾角角度56。虽然只有一个轮胎和车轮组件50在图1中图示说明，但是应当理解的是包括两个传感器52a、52b的测量系统可以放置在前或后轮胎和车轮组件处或者在在机动车60的四个轮胎和车轮组件中每一个上。作为选择，可以在每个轮胎和车轮组件处使用单个传感器52。

[0039] 如下面更详细描述，每个传感器52，参照图4-6，投射多个光束，在该图示说明的实施例中包括在安装到机动车60上的轮胎和车轮组件58处投射的光线平面62(62a-62d图12)以在轮胎侧壁上形成或生成多个大体上平行且水平的照明图像，其被图示说明为轮胎66左右两侧上的照明线64(图1和13)，一个传感器52a在左侧66a投射，另一个传感器52b在

右侧66b投射(图1和13)。图12显露光线平面62被发散地投射。作为选择,这些光线平面可以平行地投射。虽然只图示说明了有限的数量,每个传感器52可以在轮胎66上形成近似十五个照明线64。然后一些或所有的照明线64所反射的图像(未示出)被传感器52接收,比如在近似十至十二个照明线之间。投射到轮胎66上的多个照明线64和这些线64在所捕获的图像中的位置使车轮58的三维空间取向或几何形状能够基于传感器52的视场和景深在传感器52的工作区域各处而算出。

[0040] 传感器处理器68(图4)用于分析传感器52从传感器52的视场内接收的被反射图像,基于传感器52的校准,得到指示车轮和轮胎组件58取向的数据。在一个实施例中,处理器68推导出代表每个照明线64的方程并使该图像被选择的点与三维空间值相关。用来推导三维空间值的被选择的点可以选择成照明线的顶点。侧壁自然膨胀得使照明线64在其上形成曲线,这样的曲线的顶点旨在代表或位于轮胎侧壁沿着照明线64长度的物理顶点处。然后处理器68可以进一步确定或拟合平面到所确定的顶点上,所确定的平面代表轮胎和车轮组件58的束角和外倾角取向。

[0041] 作为选择,处理器68可以在传感器52视场内对沿着每个照明线64的多个点确定三维空间坐标并为每个照明线64推导出曲线方程,比如通过基于每条线的三维空间坐标将曲线拟合到照明线64上。与所确定的曲线方程相切的平面代表轮胎和车轮组件58的束角和外倾角取向而且与照明线64的顶点相交。这样,处理器68还可以基于所确定的切面与所确定的曲线方程的相交处来确定所查看的照明线64的顶点的三维空间坐标。

[0042] 预先记录的校准设置,比如下面所述的,可以用来执行曲线参数向三位坐标的转换。由于三维空间顶点坐标需要同心取向,所确定的顶点限定代表安装到车轮上的轮胎的三维中的圆。然后处理器68可以进一步基于所确定的圆的中点的确定来确定车轮的中心,该圆由照明线64的三维顶点所限定。基于所确定的车轮中点,然后还可以确定其他参数比如车轮轴的几何形状参数。如从图1中所理解的,可以将车轮组件58定位在滚筒69上,在测量期间该滚筒运作以旋转车轮组件58。然而,作为选择,可以在车轮组件58静态条件下执行测量。

[0043] 多个光线平面62的投射和接收在确定车轮定位特征上提供几个优势,包括精确度更高而且传感器52的可能的工作体积相对于传感器52的视场和景深而扩大。例如,在轮胎左右区域66a、66b之上投射多个照明线64提供更多测量点。此外,在所投射的照明线64和传感器52之间所成的角度可以比用其他投射更少线比如单线的方法保持更大,并因此敏感度增强。进一步来说,可以对由传感器52所见的被投射照明线64中每一个来计算车轮58的定位,由此提供冗余度、而且此后提供鲁棒性并减少噪声。另外,当车轮58和传感器52之间的距离增加时,一些照明线64从视场中消失,而其他照明线进入,由此在更大深度上保持功能性。还有进一步来说,对来自传感器52的单个图像进行处理可以提取足够信息来计算外倾角角度。而且,虽然准确度更低,但是单个图像还包含提取车轮中心位置的信息,以及束角角度。

[0044] 现在参照图4的实施例,示出每个传感器52包括多光线投射仪或光源或第一或上方光线透视仪70。每个传感器还包括定位在光线投射仪70下面的参考光线投射仪或光源或第二或下方光线透视仪72。参考光线投射仪72投射参考光线平面以在轮胎66上生成参考照明线74(图13)。如下面更详细描述,参考光线透视仪72可以用于确定或建立从轮胎66反

射的照明线64中哪些是由传感器52所接收的,包括在传感器52内所反射的照明线的位置或取向。在该图示说明的实施例中,光线投射仪70和参考光线投射仪72是能够投射激光的激光器,光线投射仪70适合用来投射多个光线平面而且参考光线投射仪72适合用来投射单个光线平面。

[0045] 传感器52进一步包括图像捕捉装置或光电装置或数字照相机装置76以及处理器68。照相机装置76可以包括电荷耦合装置(CCD)或用来接收照明线64所反射的图像的互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器而且将这些图像转换成用于处理器68分析的像素。照相机装置76可以有一个兆像素的分辨率,但是想要或需要时可以更大或更小。照相机设备76还可以包括窄带滤波器,只允许光线通入有与光线投射仪70和参考光线投射仪72输出的光线的波长近似相等的波长的照相机76。处理器68在图4中示出为独立部件,然而,照相机装置76可以包括比如通过CPU的处理能力,并且/或者可以利用位于传感器52箱体78外部的独立处理系统来执行数学处理。

[0046] 如图4中所示,光线投射仪70,参考光线投射仪72、照相机装置76、以及处理器68安装在箱体78内。如从图4中理解的,光线投射仪70通过窗口80投射光线平面62,参考光线投射仪72通过窗口82投射。将照明线64和参考照明线74的图像通过窗口84反射回照相机76。现在参照图5和6,示出光线投射仪70,参考光线投射仪72、以及光电装置76安装到框架86上,框架86安装在箱体78内并进而可以安装到包含传感器52的系统的板托架部件上或这类部件。传感器52可以安装到试验台90上(图17),试验台90用来放置并测试机动车60从而测量车轮定位特征。再参考图4的实施例,照相机装置76相对于箱体78的长轴大体上正交地安装在箱体78,以便使用时照相机装置76大体上竖直地朝向轮胎和车轮组件58。

[0047] 如从图4-6中所理解的,安装光线投射仪70以使其相对于照相机装置76的观察方向成锐角朝向,角度92近似为30度。类似地,将参考光线投射仪72相对于照相机装置76成更小的锐角来安装,角度94近似为10度。如先前所指出的,光线投射仪70将多个光线平面62投射在轮胎和车轮组件58处,而参考光线投射仪72投射单个光线平面。应当明白的是,由于更大角度的取向,在一些例子中不是所有从光线投射仪70投射的光线平面62都会是照相机装置76可观察到的,比如当传感器52离轮胎和车轮组件58较近或较远放置时。与此相反,由于角度94相对角度92角度较浅,由参考光线投射仪72投射到轮胎66上的参考照明线74将是照相机装置76在传感器52相对于轮胎和车轮组件58的各处工作位置或距离上都可观察到的。

[0048] 在本发明范围内可以采用传感器的替换排布。例如,照相机装置可以相对于传感器箱体和/或轮胎和车轮组件向上或者向下成角度。在这样的排布中照相机还可以经由成朝着照相机反射图像的角度角的反射器或反射装置比如镜子来观察轮胎和车轮组件。类似地,光线投射仪和/或参考光线投射仪可以将图像投射到镜子上,其进而将图像投射或反射到轮胎和车轮组件上。

[0049] 将这样的替换传感器的一个例子图示说明为图7-8B中的传感器152。应当明白的是传感器152是与传感器52大体上相同的结构,传感器152的共同或类似的部件或元件用与图4-6中所用的类似的附图标记来示出,但是将附图标记“100”添加到图4-6的附图标记中。应当理解的是,因为传感器152与传感器52类似,相同附图标记部分的具体结构和替换方案并非都会被论述。

[0050] 传感器152包括光线投射仪170,参考光线投射仪172、以及照相机装置176。光线投

射仪170大体上竖直向上并离开光线投射仪反射器或反射器装置171来投射图像,其在图示说明的实施例中形式为镜子。进而将这些图像反射出箱体178的窗口180。参考光线投射仪172,与传感器52的参考光线投射仪72大体上相同方式取向并突出窗口184。照相机装置176大体上竖直朝下以接收从轮胎和车轮组件反射到照相机反射仪或反射仪装置177上并离开装置177向上的图像,装置177在图示说明的实施例中还是镜子。

[0051] 现在参照图9和10,示出替换传感器252和352的示意图为与传感器52和152大体上相同的结构。传感器252和352的共同或类似部件或元件用与关于传感器52和152的图4-8B中使用的类似的附图标记来示出,但是分别使用标记系列“200”和“300”。应当理解的是,因为传感器252和352与传感器52和152类似,,相同附图标记部分的具体结构和替换方案并非都会被论述。

[0052] 图9的传感器252包括多光线投射仪270、单线参考光线投射仪272、照相机装置276、以及处理器(未示出)。如所示的,光线投射仪270和参考光线投射仪272大体上朝下,参考光线投射仪相对于投射仪270成角度取向。传感器252进一步包括反射器装置271用来引导从光线投射仪270投射的光线平面262和从参考光线投射仪272向轮胎和车轮组件投射的单个参考光线平面265。如图示说明的,光线投射仪270发散地投射光线平面262,然后在轮胎侧壁上形成多个平行的照射线。类似地,参考光线平面265还在轮胎侧壁上形成参考照明线。

[0053] 第二反射器装置277分别引导投射仪270和参考投射仪272产生的照明线和参考照明线中从轮胎和车轮组件反射的图像,在照相机276处,照相机276大体上朝上。如图9中图示说明的,照相机276因而具有在其之内能够接收照明线和参考照明线中从轮胎和车轮组件反射的图像的视场267。视场267相对于光线平面262的投射而取向,以及存在多个光线平面262在轮胎上形成多个照明线,改进了传感器252能够运作的工作区域或体积。如图示说明的,传感器252有工作深度279,在图示说明的实施例中近似为250-300mm,其中照明线会由光线平面262在轮胎和车轮组件上形成而且其中照相机276将能够察看照明线。

[0054] 图10的传感器352包括一对互相成角度取向的多光线投射仪370a和370b,但是不包括参考光线透视镜。光线投射仪370a发散地投射多个光线平面262a,光线投射仪370b发散地投射多个光线平面262b,光线平面262a和262b在反射器装置371处投射。反射器装置371使光线平面262a和262b在轮胎和车轮组件处改向,光线平面262a在轮胎侧壁上形成一系列平行的照明线而且光线平面262b在轮胎侧壁上形成第二系列平行的照明线。在所投射的光线平面262a和262b之间形成空隙或间隔373是通过光线投射仪370a和370b互相间并相对于反射器装置371有角度的取向。传感器352还包括与第二反射器装置377一起的照相机装置376和处理器(未示出),提供第二反射器装置377引导从所投射的光线平面262a和262b在轮胎侧壁上形成照明线的轮胎和车轮组件上反射的图像至照相机装置376上。照相机装置376因而具有视场367,在这之内照相机装置376能够接收所反射的图像。然后处理由照相机装置376所接收的图像以确定轮胎侧壁顶点的切面和三维坐标,比如通过例如利用该处理器。类似于传感器252,传感器352具有改进了的工作深度379,在图示说明的实施例中近似为250-300mm,在这之内照明线会由光线平面362在轮胎和车轮组件上形成而且在这之内照相机376将能够查看照明线。

[0055] 传感器52、152、252、以及/或者352可以由各部件构造或者包括各部件,这些部件

由加拿大、英属哥伦比亚、三角洲的LMI技术公司提供。由LMI技术公司提供的这种部件可以包括光线投射仪、参考光线投射仪、照相机装置、以及处理器、还有用来处理由这种照相机装置接收的被反射照明线的图像的软件。由LMI技术公司开发、拥有、准许、或使用的技术的例子利用基于高速照相机的传感器来提供尺寸测定在如下美国专利中公开：美国专利号5,811,827、5,510,625、5,362,970、以及5,164,579。

[0056] 图9、10和12图示说明投射有限量的光线平面，图1、13和13A图示说明有限量照射线在轮胎侧壁上形成。应当明白的是传感器52、152、252和/或352作为选择适用于投射众多光线平面，例如每个投射20至30个光线平面。在这样的实施例中关联的照相机装置的视场不可以显像所有最后得到的在轮胎侧壁上形成的照明线。例如，照相机装置只可以观察15个这样的照明线。在一个优选实施例中，传感器投射近似15个光线平面并观看近似10至12个照明线。如下面所述的，因而它对传感器确定哪些照明线在视场中以确定代表车轮束角和外倾角的切面来说是必需的。

[0057] 如图1、12和13中图示说明的，由于轮胎侧壁中的自然曲线或膨胀而且光线平面62成角度投射到轮胎66上，从光线投射仪70投射的光线平面62导致在轮胎66上形成弧形照明线64。从参考光线投射仪72投射的单个投射的光线平面类似地在轮胎66上创建参考照明线，但是比上面指出的角度更小。虽然照明线64和参考照明线74同时在图13中轮胎66上示出，应当理解的是，如下所述，将照明线74独立投射而且不和照明线64一起投射。在将近似直角取向的光线平面投射到轮胎侧壁上的各排布中最终得到的照明线的弯曲与光线平面成角度投射时相比更不明显。

[0058] 然而，在这种实施例中照相机装置对轮胎侧壁成角度取向，或者照相机装置的视场成角度取向，导致检测到的照明线的图像被观看成由轮胎侧壁中的自然膨胀引起的曲线。还进一步来说，发散投射的光线平面可以导致比如图9中图示说明的，一部分光线平面近似直角取向投射，一部分光线平面形成朝下的弯曲照明线，而且一部分光线平面形成朝上的弯曲照明线。还应当明白的是图示说明的发散角度和遍及各图图示说明的照明线的曲率不是按比例绘制。

[0059] 现在将参照传感器52来描述传感器的一般运作。如所指出的，轮胎66上照明线64所反射的图像由传感器52接收。在运作中，将由照相机装置76捕获的图像发送给处理器68进行图像处理操作，在图像中查找属于特定照明线64的像素。因而，该处理将每条线的像素分组或分类。下面更完整地描述用这种方式在图像中识别特定照明线64。照明线64的弯曲形状由最小二级多项式近似。一旦在图像中识别出所反射的照明线64，用它们的参数来对位于轮胎66上的弯曲照明线64上具体的或所选择的点计算三维空间坐标。在该图示说明的实施例中，这个处理在传感器52的处理器68中执行。然而，应当明白的是，这样的处理可以在替换系统中进行，比如远程中央计算机或这类系统。还如下面详细描述，与传感器52有关的预先记录的校准数据集合可以用来执行成像曲线参数向位于轮胎上的弯曲照明线64的三维空间坐标系的转换。

[0060] 参照图13A，所确定的所选择的或具体的点的三维空间坐标可以用于确定投射到轮胎66上的照明线64的顶点（为图示说明起见表示成图13A中的55）的位置，比如是通过三角测量和/或通过与预先记录的与该传感器有关的校准数据集合比较。从通过这些点55算出的最佳拟合平面57中可以由公知技术确定轮胎和车轮组件58的外倾角和束角角度。进一

步来说,因为这些顶点55限定在圆形轮胎和车轮组件58中点61周围的空间中同心的圆59,可以计算该车轮中心的三维空间位置。另外,通过对机动车60周围这四个轮胎和车轮组件58中每一个确定平面57和车轮中心61,机动车轴的定位和取向可以算出或确定而且束角和外倾角角度可以相对于此并对机动车中线来参照。

[0061] 平面57可以通过由单个传感器52基于车轮中心周围顶点的非线性、同心取向而产生的被选择的顶点55来计算,单个传感器52运作以投射照明线64并接收在轮胎66仅一侧上它的反射图像。然而,使用在轮胎66两侧对称放置的两个传感器52a、52b,如图1中所示,加强束角角度测量的精确度,将两个传感器52的输出组合以精炼束角角度54的计算,还有车轮中心位置。还进一步来说,单个传感器,比如传感器52、152、252、或352可以取向成同时将光线平面投射到车辆周围车胎的两侧。然后传感器处理器或其他集中的计算机系统在这样的实施例中例如基于它们从其上反射的轮胎该侧来区分所反射的照明线,比如通过将照相机装置内各组像素与车轮周围特定的轮胎侧壁区域关联起来。由Waldecker等人提交的名称为VEHICLE WHEEL ALIGNMENT APPARATUS AND METHOD(机动车车轮定位设备和方法)号码为4,745,469的美国专利公开了一种基于投射到轮胎侧壁上的等高线来推导三维空间坐标的方法并通过参引并入其中。

[0062] 作为选择,传感器处理器68可以从由关联的照相机装置76接收的照明线64的反射图像中另外确定沿着每个照明线64的多个另外的点的三维空间坐标,比如是通过三角测量和/或通过与预先记录与传感器有关的校准数据集比较。例如,另外确定照明线64上的顶点55,处理器68可以确定顶点55两侧三维空间的点或者甚至沿着整个照明线64的三维空间的点,比如基于照相机76中的像素。然后通过利用每条线64的多个三维空间坐标将曲线拟合到轮胎66上每条照明线64上来推导代表每个三维曲线的独立方程。所确定的与这些曲线相切的平面57因而代表车轮束角和外倾角。所确定的平面57与算出的三维曲线方程的交叉点还由处理器确定,这些交叉点代表照明线64的顶点55。顶点55可以如先前所指出的用来确定车轮中点61从而用公知技术计算另外的轴集合形状包括在机动车中线周围。

[0063] 现在将参照图13A和13B论述其中沿着照明线64获得多个三维空间坐标的一个特定实施例的运作。当轮胎和车轮组件58在旋转时照相机装置76在照相机视场(图9中的267)内给所反射的照明线64拍快照或帧图像。对于每一帧,沿着每个被成像的照明线64在轮胎66上多个点的三维坐标被确定而且对于每条线推导出三维最佳拟合曲线方程。接着,对每一帧图像,首先将该三维曲线方程1参考平面(图13B中的P0)比较,在此参考平面P0可以代表图11中的平面 $Y=0$ 。搜索每个曲线方程查找离平面P0最近的点 PT_i 。一旦确定每个曲线方程的点 PT_i ,就得到新平面 P_i 作为到点 PT_i 上的最佳拟合平面。接着,再搜索曲线方程查找每个曲线方程的离平面 P_i 最近的点 PT_{i+1} 。再者,推导出一个新平面 PT_{i+1} 作为到点 PT_{i+1} 上的最佳拟合平面。这被迭代地重复,例如每一帧三至四个迭代,得出平面57。因此,最后的点 PT_{i+y} ,在此 y 是迭代的数量,会代表照明线64的顶点55。为每一帧图像确定的平面57可以一起取平均值以得出平均切面值。

[0064] 值得注意地,在图13B的运作中,所确定的沿着照明线64放置的轮胎66上各点的三维空间值不是一帧图像一帧图像地保留在处理器68内存中,也不是推导出的代表所保持的照明线64的最佳拟合曲线方程。另外,传感器处理器68可以输出多个与被成像的照明线64对应的三维空间坐标从而由独立处理器比如中央计算机随后确定对应的三维曲线方程。作

为选择,传感器处理器68本身可以确定三维曲线方程,该三维曲线方程对应于与每个被成像的照明线64关联的多个三维空间坐标。

[0065] 如先前所指出的,取决于传感器52相对于轮胎和车轮组件58的位置,由于光线投射仪70的投射角度92,投射到轮胎66上的照明线64中只有某些朝着照相机装置76反射并被照相机装置76接收。有必要确定照明线64中哪些由照相机装置76成像,因为这将影响轮胎66上照明线64的被选择点的空间位置的确定。例如,如果光线投射仪70将二十个照明线投射到轮胎66上,应当明白的是传感器52和轮胎66之间的距离会取决于是第一组十个还是第二组十个照明线64被照相机装置76成像而不同。

[0066] 进一步来说,由于轮胎66上照明线64之间比生成的较靠近的分组或距离,由照相机装置76从所反射的图像中生成的错乱图像可以创建或经受与轮胎66上垂直方向较高的照明线64关联的像素在错乱图像中成像的事例,该错乱图像由比属于垂直方向较低的照明线64的像素处于更低位置或取向的照相机装置76生成。

[0067] 因而,作为初始事项有必要确定或识别照明线64中哪些被照相机装置76反射并接收而且有必要识别与各个照明线64被接收的图像关联或属于各个照明线64被接收的图像的像素组。采用离散位置处的单线的非接触式传感器系统不包含像只有单线被观看到这样的困难。类似地,将充分隔开的两条线投射在对象上的传感器系统由于基于分隔对像素分组的清晰定义所以也不包含这样的困难。

[0068] 在比如采用多光线投射仪70和单线参考光线投射仪72的图4-6中这样的实施例中,使用参考光线投射仪72和参考照明线74的两步骤处理用来完成对哪些照明线64被成像的这个确定并由此判定哪些像素与照明线64各种被反射图像中每一个相关联或属于照明线64各种被反射图像中每一个。

[0069] 初始,激活参考光线投射仪72以便在轮胎66上生成参考照明线74。参考照明线74被反射的图像由照相机装置76所接收,处理器68执行对传感器52和参考照明线74之间距离的初始第一距离估值。第一距离估值基于在具体的X,Z位置处的三角测量计算而执行(见关于X,Y,Z参考坐标系的图11)。接下来,激活光线投射仪70以便在轮胎66上生成照明线64而且被反射的图像由照相机装置76接收。然后由处理器68执行的更精确的距离测量是使用第一距离估值作为输入,由此对哪些照明线64朝着照相机装置76反射并由照相机装置76接收进行确定。例如,基于初始校准,比如以下面所述的示例性方式,每个照明线64和参考照明线74之间的关系对于对象离传感器52各种距离来说可以是已知的。照此,基于由照相机装置76接收的被反射图像,可以由处理器68进行确定,所有可能出现的照明线64中哪个是最靠近参考照明线74的特定照明线64。对于每个候选照明线64,最终得到的测量距离会对应于所选的候选解答而且最接近距离估值的照明线64的距离是所选的候选解答以使照明线64的数量可以确定。随后,其余照明线64的线数通过增加或降低级数而易于确定。

[0070] 在图示说明的实施例中,投射光线平面62以便在轮胎66上形成大体上均匀的照明线64。在替换实施例中,可以投射照明线使朝照相机装置反射并由照相机装置接收的特定照明线能够识别而不用参考光线投射仪和参考照明线。例如,照明线的投射可以遗漏中央光线平面以使轮胎上的中央照明线不出现,或者可以生成比其余照明线更互相接近的两个照明线,或者可以生成比其余照明线更密集的照明线,或者这类照明线。以这种方式处理器可以用照明线的不均匀性和不规则性作为参考而易于辨别朝照相机装置反射并被照相机

装置接收的各种照明线的标识和位置。应当明白的是,在这样的实施例中,参考光线投射仪可以不需要。

[0071] 在图10的传感器352中,来自多光线投射仪370a的光线平面362a和来自多光线投射仪370b的光线平面362b之间的空隙373可以被传感器352内的处理器使用以辨别从轮胎侧壁反射的各种照明线的标识和位置。

[0072] 一旦确定照明线64中哪些朝照相机装置76反射并被照相机装置76成像,就扫描各种被反射的照明线64的图像以使用本领域公知技术对属于每个被反射图像的像素进行分类。一旦为噪声减少和过滤创造条件,就逐个像素扫描所捕获的图像以使每个像素都可以基于其照明水平并基于其邻近像素来分类或分组成属于特定的照明线64或与特定的照明线64关联、或者作为选择不与参考线关联。这个分类程序既在测量期间又在下述的校准期间在每个图像上执行。

[0073] 校准

[0074] 现在参照图14-17,下面将提供对一种用于校准传感器52的可能方法的解释说明,传感器52可以用来确定轮胎66上照明线64的顶点或被选择点的实际三维空间取向(见图11用于坐标X,Y,Z参照系)。如图17中所示,具有水平和竖直凹槽或线路构成的网格98的竖直取向的校准块96查看与传感器52关系时置于试验台90上。将校准块96大小确定成使传感器52投射的所有照明线64都通过传感器52的全部视场投射到校准块96上。

[0075] 在校准期间,校准块96在负Y方向以准确已知的步骤从传感器52逐步移开。贯穿各步在每个已知的Y定位处给投射到校准块96上的照明线64拍摄图像(比如图17中所示的),以使图像可以映射成大体上如图14中图示说明的形式。对于每个已知的Y定位,处理器68确定拟合曲线的方程,该曲线穿过在从校准块96反射并由照相机装置76接收的图像中识别的每个照明线64。被拟合的曲线方程因而将Z图像坐标描述为X图像坐标的函数。因而用于传感器52的Y校准数据对于每个被校准的Y定位上的每个照明线由被拟合XZ曲线的多项式系数构成。在测量期间传感器52由此能够将三维空间Y坐标计算成被反射照明线64由照相机装置76确定的成像坐标的函数。

[0076] 计算X和Z的三维空间坐标可以通过在X-Z方向校准来完成。这样的校准可以例如使用校准块96的网格98来执行。如所指出的,网格98包括多个竖直和水平线路或凹槽,网格98在凹槽之间有已知间隔。校准的执行可以通过对光线投射仪70和参考光线投射仪72去激活并将外部光线照射到网格上而改进明暗对比。然后照相机装置76用来将网格98的图像记录在多个已知的Y定位处。然后处理器68识别网格98的线路以及它们在图像中的XZ坐标。因而由照相机装置76成像的各线路的X和Z图像距离与网格98上各线路实际已知的实数距离或间距之间的对应关系是在几个已知的Y定位上校准。

[0077] 参照图14-17,如所指出的图14图示说明用于每个被反射的照明线64在各种校准定位上的多个校准曲线。图15图示说明XI平面与对应于特定照明线64和多项式曲线的校准曲线的交叉点通过这些交叉处而拟合。图16图示说明在实数平面的确定经由参考照明线74而完成之前轮胎和车轮组件58的多个潜在平面,如下面所述。图16中图示说明的每条虚线100都代表穿过连续几个照明线64的测量点的可能平面。然而,只有一个这样的平面是轮胎和车轮组件58的实际平面以便为了获得该实际平面而必须执行这个确定。

[0078] 因而用以上方式既在Y方向又在X-Z方向校准使传感器52能够输出三维空间绝对

XYZ坐标值。这个坐标系由网格98(X-Z)并由转换表(Y)提供用来对校准块96进行定位。然后所确定的传感器XYZ空间坐标系可以通过使用例如总装装配架而转换成机动车坐标系。对总装装配架进行具体测量,并且基于这些测量进行计算允许数据从传感器坐标系(XYZ)到机动车坐标系转换。

[0079] 应当明白的是在本发明的范围内可以采用替换校准程序,包括但不限于使用替换的校准块和数学或计算方法。

[0080] 测量算法

[0081] 现在下面将提供对一种可能的测量算法的更详细描述,可以在传感器52运作期间确定三维轮胎和车轮组件58取向时使用。然而,应当明白的是,在本发明的范围内可以采用替换方法或算法。

[0082] 在测量进程期间,一旦照相机装置76中被反射并被接收的照明线64已按照多项式拟合来识别并用参数表示,属于该曲线的任何一点都可以其三维空间绝对(XYZ)坐标为特征。例如,考虑该点(X_1, Z_1)。对于属于单个被投射光线平面62的每个被拟合的XZ曲线而且对于每个被校准Y定位,可以对 X_1 计算对应的Z图像坐标。这对每个被校准的Y定位而执行并且获得一系列YZ坐标($X=X_1$)。曲线拟合,第二或第三级,穿过这些点而完成并且生成YZ多项式曲线方程。然后可以算出这个曲线与 $Z=Z_1$ 平面的交叉点,其给出 $X=X_1$ 和 $Z=Z_1$ 的点,从这点知道实数Y坐标,是Y方向上到传感器52的距离。对光线投影仪70所投射的每个光线平面62来计算这一点,并对应地,计算每个照明线64及其对应的Y校准图像。合矢量是坐标 $X_1Y_1Z_1$ 点的集合。确定这些点所属于的具体的照明线64和对应的光线平面62使正确的测量坐标能够精确确定。

[0083] 回头参照参考光线投影仪70和参考照明线74,先前描述的距离估算经由参考照明线74而执行,这使实际或实数测量点能够确定。一旦为给定的坐标点确定正确的Y坐标,它反射自其上的照明线64就可以确定。对于这一点基于XZ校准来计算实数XZ坐标。然后,对于测量图像的照相机装置76中的其他线来说,特定照明线64的数量和因而所投射的光线平面62然后得知。然后取一点 X_1, Z_1 并计算 $X_1Y_1Z_1$ 的三维空间坐标的进程可以重复,得知它所属的被投射的光线平面62以便只存在一个最终得到的坐标测量点。

[0084] 每个图像只进行一次顶点的距离估值,对于离第一估值测量的照相机装置76的图像中所查看的被反射并被接收的参考照明线74最近的被反射并被接收的照明线64的顶点。一旦确定点源自其上的被投射的光线平面62和照明线64,就得知以上和以下被反射并被接收的照明线64来自依次在前和随后的光线平面62的照明线64投射。以这种方式可以计算并识别照相机装置76的图像中每个被反射并被接收的照明线64的顶点以使轮胎66上照明线64的这些点的三维空间坐标可以算出。对应地,所确定的三维空间顶点坐标使由此穿过的最佳拟合平面得以用直接建立外倾角和束角角度56、54的机动车坐标系中这个平面的各角度来计算。

[0085] 应当明白的是被确定位置的顶点对于照相机装置76所成像的照明线64给定的二维图像来说不必是轮胎66在给定照明线64处的物理顶点,而可以是最靠近照相机装置76定位的轮胎66的点。例如,如果轮胎和车轮组件58基本垂直于传感器52,以便大体上没有束角角度,则被确定位置的顶点是轮胎66的物理顶点。然而,如果存在非零的束角数值则情况不是并非如此。因此,二维图像曲线可以随着重新计算最后得到的照明线64的新顶点而在被

初始估值出的束角数值上旋转,得到新的束角数值。对这个进程进行多个迭代之后将生成稳定的束角数值,这些数值可以被认为是实际的束角数值。

[0086] 对由照相机装置76成像的照明线64给定的二维图像被确定位置的顶点和轮胎66在给定照明线64处的物理顶点之间的区别进行补偿的替换方法是通过计算属于照明线64的多个被选择点的三维空间坐标并且生成三维曲线方程。然后可以计算与该三维曲线方程相切的平面,其直接代表穿过轮胎66顶点的平面并且可以直接得出外倾角和束角角度56、54。

[0087] 上面提供两种用来补偿由照相机装置76成像的照明线64给定的二维图像被确定位置的顶点和轮胎66在给定照明线64处的物理顶点之间差异的替换技术。在第一种方法中,被成像的照明线64的顶点在二维坐标中确定,转换成三维坐标并且算出穿过这些三维坐标拟合的平面。在第二种方法中,被成像的照明线64曲线被初始转换成三维坐标并直接计算穿过它们的切面。第二种方法不涉及束角估值的迭代进程和曲线旋转,由此在确定最后的束角和外倾角数值之前不计算初始或被估值的束角。然而,应当明白的是,这样的补偿可以取决于该应用或具体测量参数而不需要

[0088] 图1图示说明使用在轮胎和车轮组件58左右侧66a、66b周围大体上对称定位的传感器52a、52b。然而,应当明白的是,在本发明范围内可以采用使用传感器的替换测量设备排布并且仍有想要的功能。例如,替换排布可以采用投射照明线并在整个轮胎和车轮组件处接收被反射的图像的单个传感器。这样的传感器可以包含替换光学器件以在更宽的区域上展开光线平面,替换照相机装置具有更大或更宽的视场。在这个排布中,被反射的图像可以与从轮胎一部分或一侧反射的图像划分或分隔开,从这部分或这侧反射的图像与从轮胎另一部分反射的图像分开处理,将以上指出的算法应用到所反射的照明线被分开接收并处理的部分。

[0089] 在激光作为光线投射仪的情况下,应当指出的是激光在更大的区域上展开则可以用相同的激光功率投射更少的照明线就得到相同光线强度的激光线,也就是说想要有与较多的较短线可比的强度则线越长可以在相同功率下投射越少的线。因此这个方法的准确性会由于线减小且图像分辨率更低而降低。然而,在考虑到潜在的成本更低的测量设备可以接受更低的准确性的应用中想要有这个方法。

[0090] 还有另一个替换测量设备排布会要采用取向成投射照明线并接收从该轮胎顶部反射的图像的第三传感器,比如大体上十二点钟取向。这样的第三传感器可以相对于图1中所示的传感器52a、52b水平定位或排布以使一条或多条照明线在轮胎上大体上竖直排布。这既增加了测量点的数量又由于它们在Z方向上的分隔而增大了最低和最高测量点之间的分隔距离,导致角分辨率的改进和外倾角可以测量得准确性更高。

[0091] 传感器还可以采用对漂移的内部补偿,比如热漂移,漂移作为应力松弛、波长漂移、或这类事件的结果而发生。环境温度变化并且/或者传感器部件生成热量时就会产生热漂移。这个热不稳定性可以影响光线投射仪、参考光线投射仪、以及/或者照相机装置而且影响测量精确度。一种热漂移补偿方法是校准传感器,比如传感器52、152、252、以及/或者352,在多个不同温度上以确定在给定范围上温度对传感器的影响。然后可以在传感器正常运作期间确定车轮定位时监测传感器温度,基于温度的校准数据经由内插法而应用以得到在被补偿的温度处的定位数值。

[0092] 另一种热漂移补偿方法可以通过识别照明线光线图样中的不变量而完成。无论传感器正在操作的对象如何这些都是有恒温就在图像中不改变的参数。例如,代替包括水平多线图样的照明线,可以使用水平和竖直线构成的多线替换图样,这些线的交叉处在系统中形成不变量。在被定位的系统中期望这些不变量在被反射的图像中竖直线上移动。可以使用数学求值来模仿这些交叉处经由漂移比如热漂移的不稳定性移动,允许对这种情况下导致不稳定性的温度变化进行估值。进而,这使测量设备中热漂移能够补偿。

[0093] 一种替换的补偿方法可以是将被反射的二维照明线图样的一部分脱离一个或多个照明线并且在照相机装置所保留的CDD元件上捕获被偏离部分的图像。这可以通过镜子和透镜的光学系统来完成以反射并使直接向照相机装置反射的照明线偏离。因为这个光学系统通过设计而固定,照相机装置的CDD上被偏离照明线的任何漂移都可以归因于光线投射仪的漂移,比如热漂移。对被反射的照明线相对于校准位置偏离的部分进行的求值被比较以使传感器的漂移可以在测量进程期间动态补偿。

[0094] 应当明白的是在本发明的范围内可以采用来自以上所述设备的传感器的替换排布和结构并且仍有想要的功能。例如,可以构建传感器,由此光线投射仪和/或参考光线投射仪大体上垂直于轮胎和车轮组件而取向,照相机装置相对该轮胎和车轮组件成角度。进一步来说,光线投射仪和/或参考光线投射仪可以取向成相对于照相机装置向上投射。参考光线投射仪还可以投射不只一个光线平面或替换成形的光线而且/或者光线投射仪可以相对于图示说明的光线平面投射替换成形的光线。

[0095] 还进一步来说,如上面所指出的,传感器52投射光束,在图示说明的实施例中是光线平面62形成如照明线64所显露的照明图像。然而,作为选择,可以投射其他形式的光束以创建替换类型或形式的照明图像。例如,可以投射像射线创建点或聚光点那样形成的光束,或者可以投射显露几何形状的光束,比如圆形、正方形、十字形、椭圆形、或这类形状。

[0096] 另外,虽然在上面指出的测量系统50中将每个传感器52公开为包括独立的处理器68,应当明白的是可以将处理器替换排布。例如,可以采用单个处理器,这个处理器不是在传感器内部就是在外部放置,比如在远程中央计算系统中。还进一步来说,测量系统可以用两个光线投射仪和单个照相机装置或者单个光线投射仪和两个照相机装置来构建。在这两种排布无论哪一种中,可以使用一个或多个参考光线投射仪,甚至如果将一个或多个光线投射仪构建成投射如上所述的不规则图样则可以省略一个或多个参考光线投射仪。

[0097] 传感器52在上面被描述为用于确定轮胎和车辆组件58的定位特征。然而,还应当明白的是,可以采用传感器52在应用中测量或确定替换参数,在此例如在测量对象上所投射的线生成线分布图,该线分布图允许经由所反射的线来提取具体点以使这些点的三维空间坐标可以确定。这样的替换应用的一个例子是测量机动车挡泥板高度。多个被投射并被反射的照明线允许对车辆挡泥板上多个点进行三维空间计算。每个被投射并被反射的照明线都将示出该挡泥板上的具体下降点,所确定的穿过这些点的曲线用相当于机动车挡泥板高度的曲线最高点来描述挡泥板。

[0098] 本发明测量系统的非接触式传感器将多个照明线投射到对象上,比如轮胎和车轮组件中的轮胎,以及接收这些照明线被反射的图像。从所反射的图像中,传感器确定轮胎上照明线被选择的点的三维空间坐标而且确定穿过被确定的三维空间坐标的平面,这个平面代表轮胎和车轮组件的取向并可以从中算出束角和外倾角,以及其他定位特征。投射多个

照明线提供确定轮胎和车轮组件取向上的更高精确度,比如通过提供更多的测量点,而且增加了传感器可以运作的工作领域。另外,投射多个光线平面使光线平面的投射角度能够增加,其进而加强了传感器的灵敏度。可以为传感器所成像的每个照明线计算轮胎和车轮组件的取向,由此提供冗余度、鲁棒性,并且使噪声减小。还进一步来说,由于轮胎大体上圆环形状和投射到轮胎侧壁表面上的照明线被关联确定的顶点,单一图像可以用来计算外倾角、束角角度、以及车轮中心位置。

[0099] 在具体描述的实施例中可以进行改变和修改而不脱离本发明的原理,本发明的原理意图在于只受所附权利要求的范围的限制限制,如根据包括等效的法律原则的专利法原理所解释的。

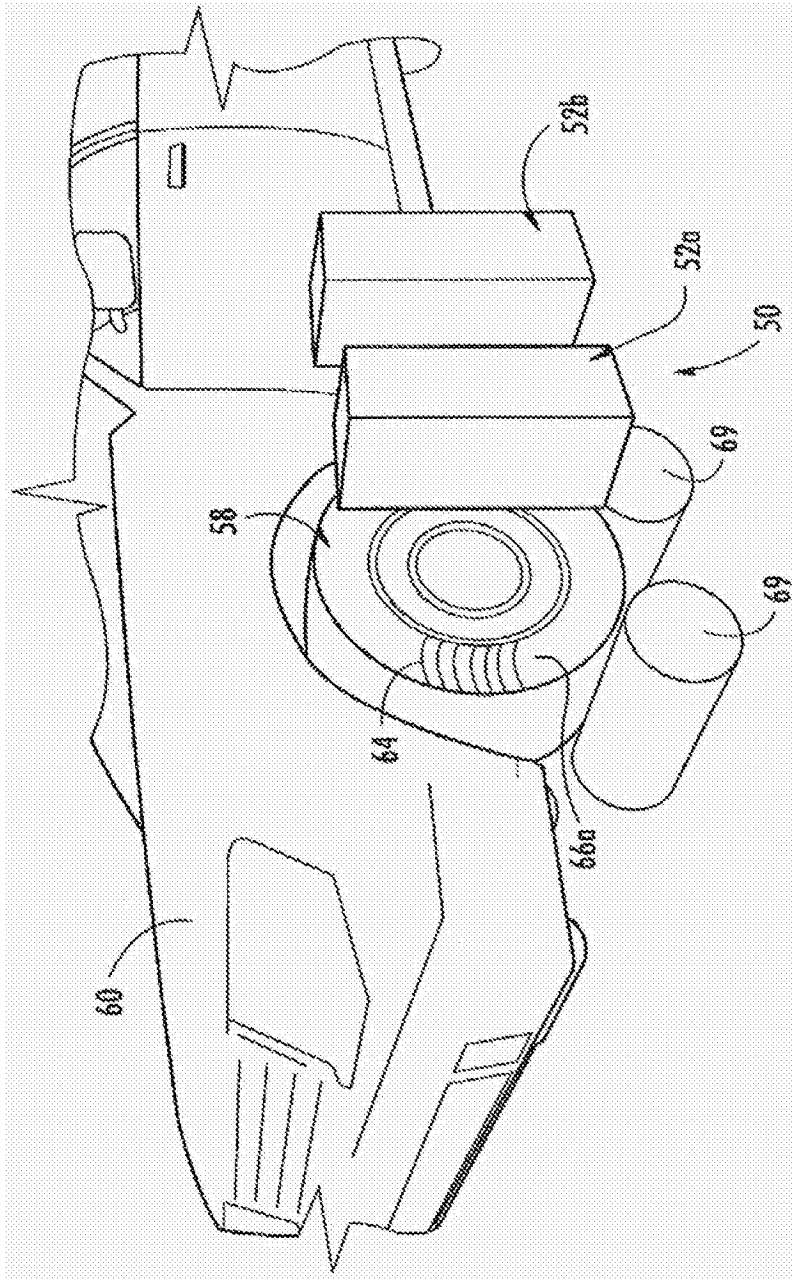


图1

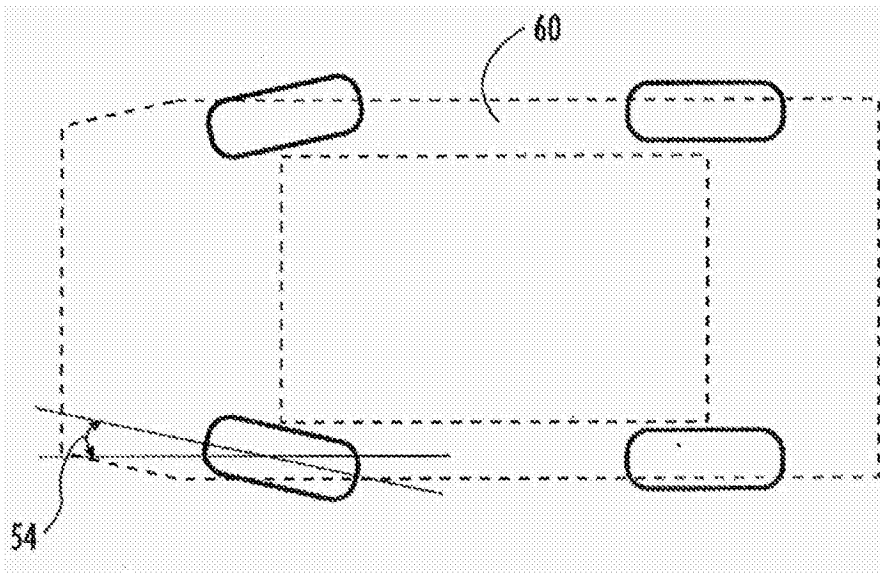


图2

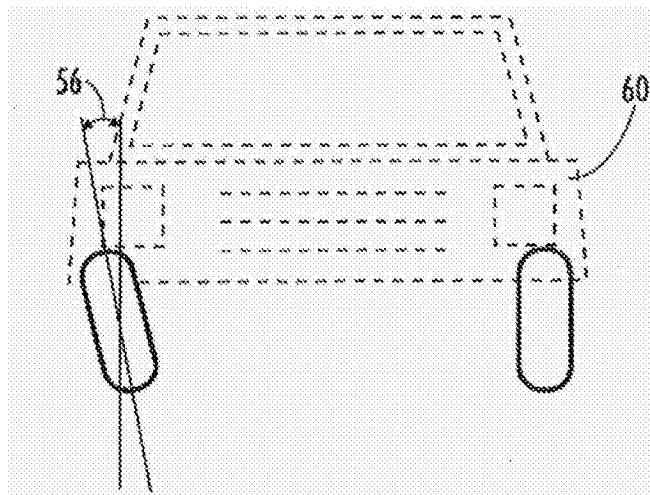


图3

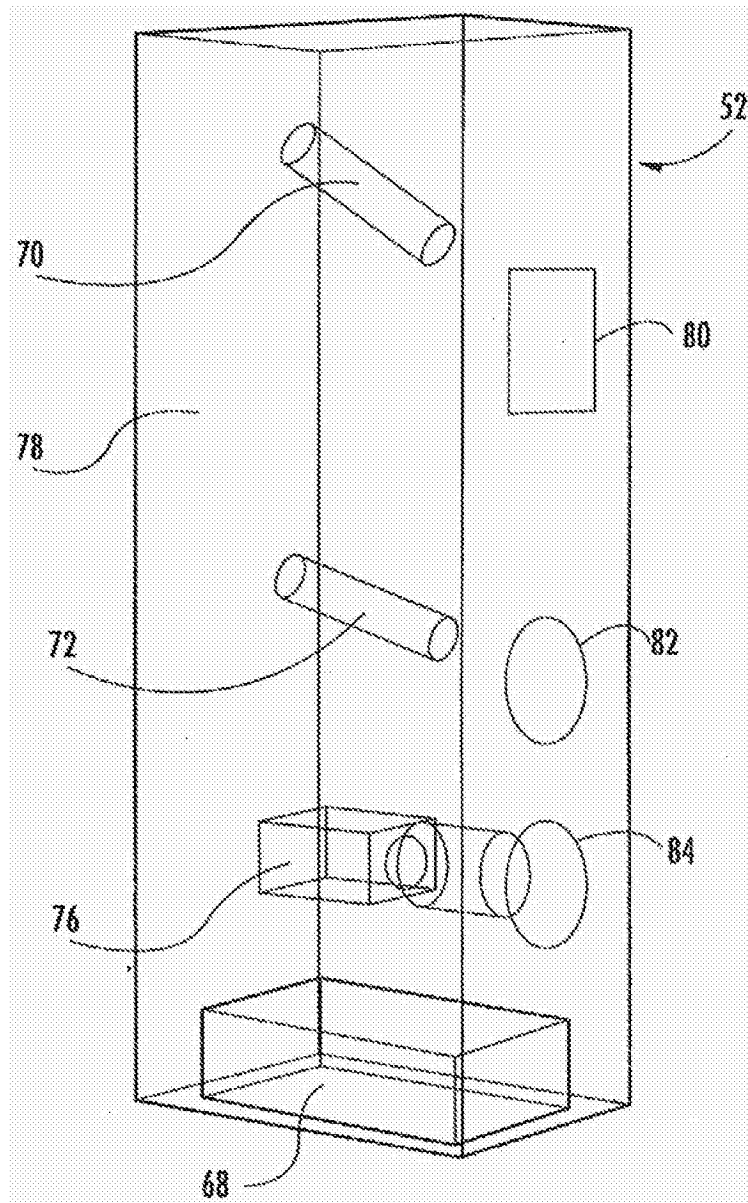


图4

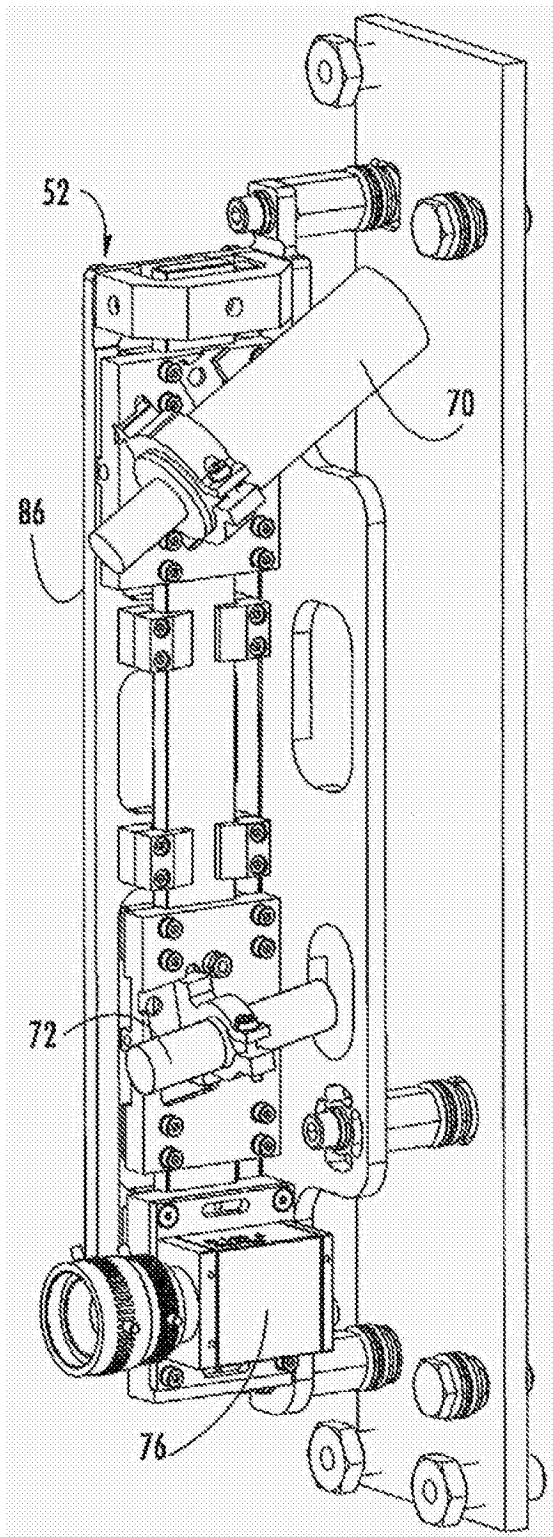


图5

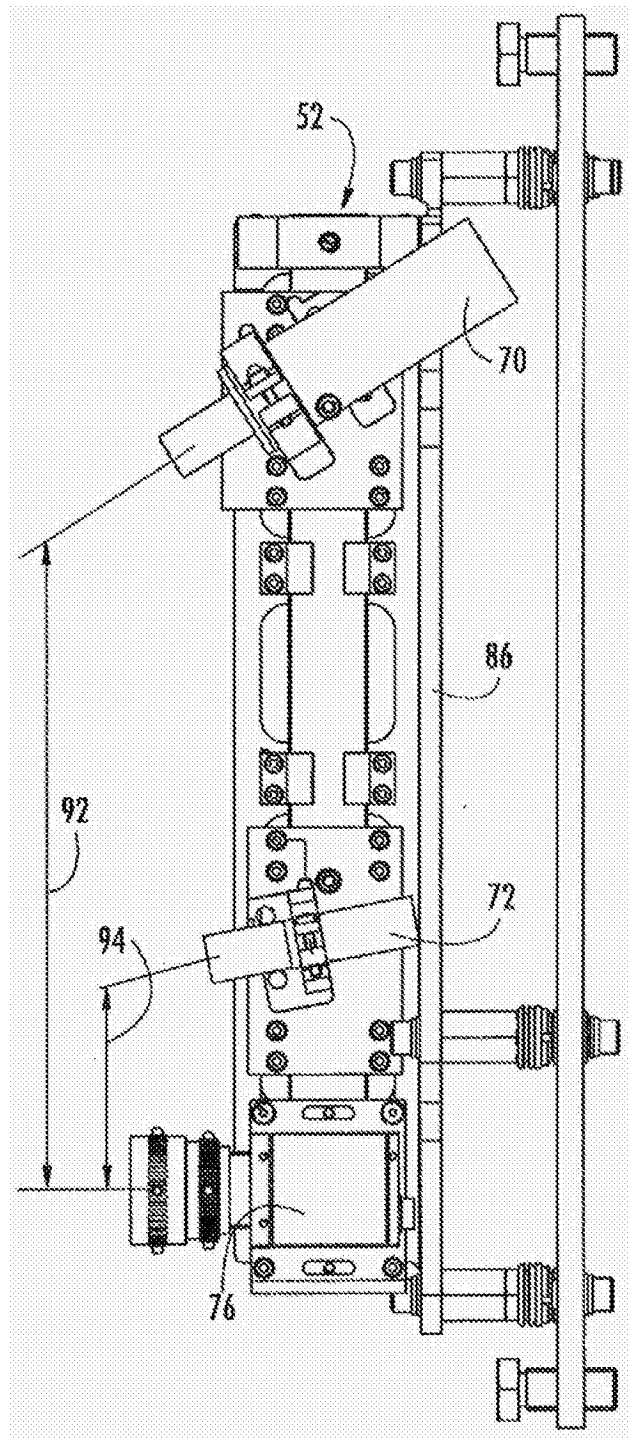


图6

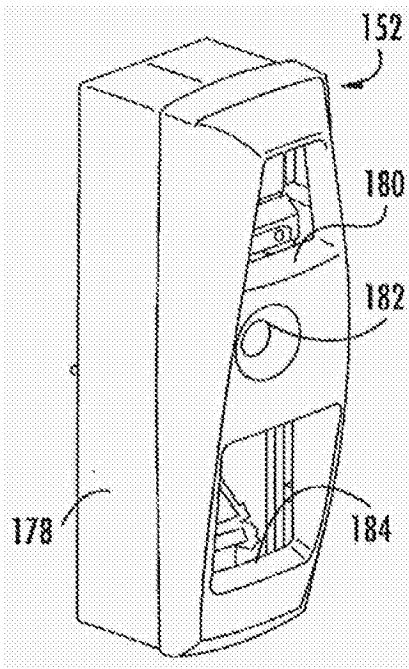


图7

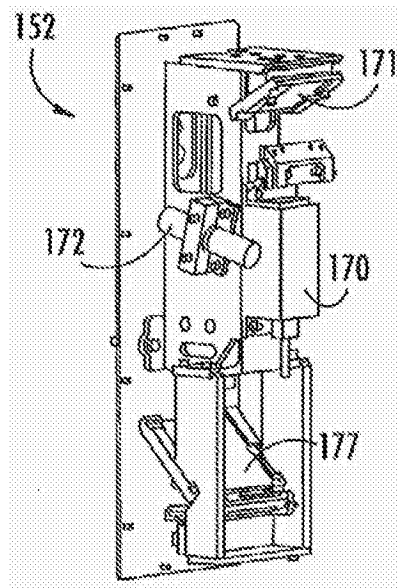


图8A

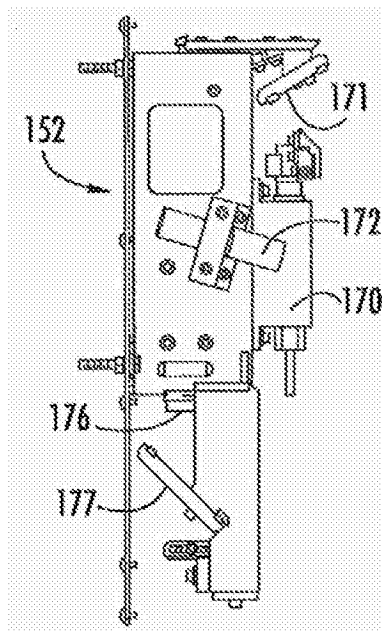


图8B

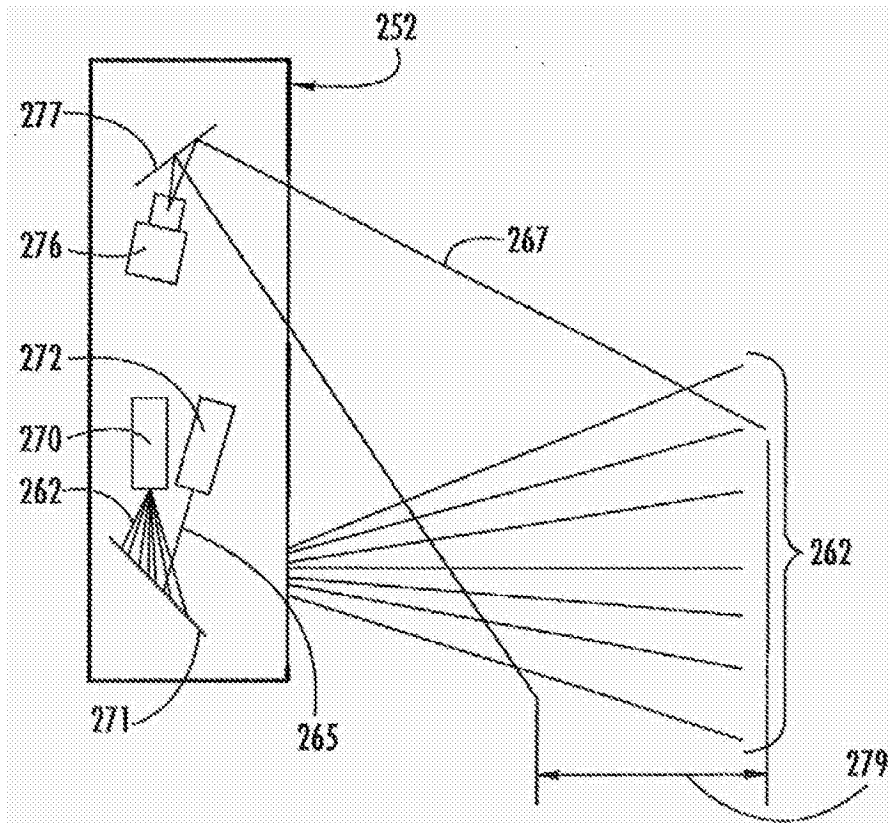


图9

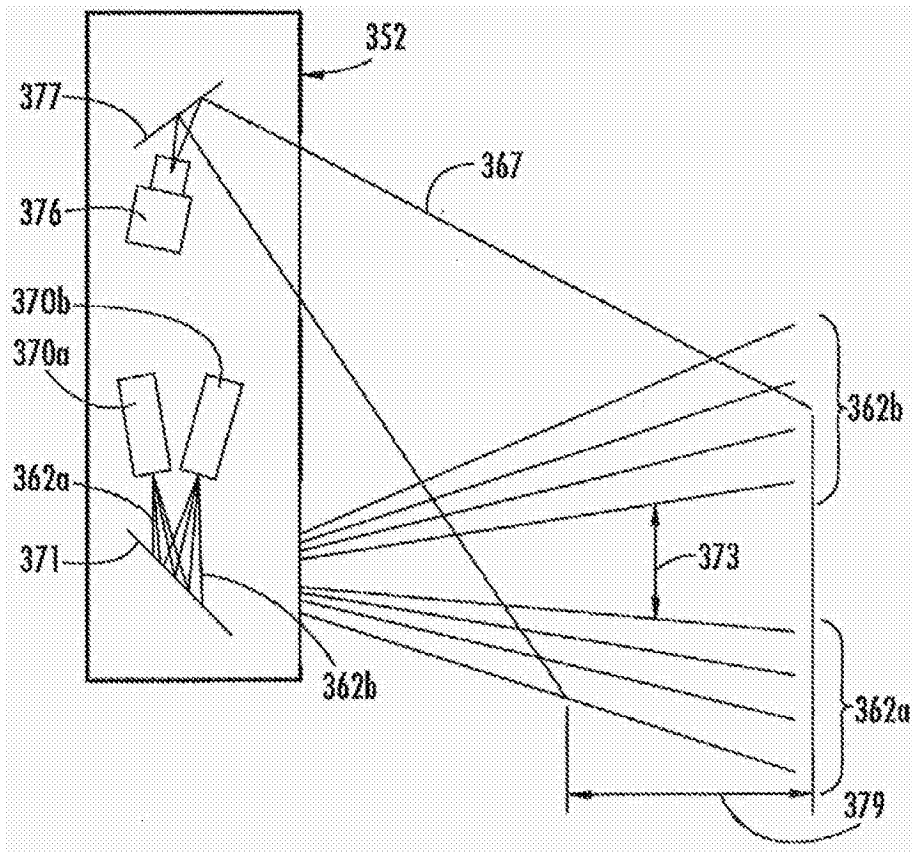


图10

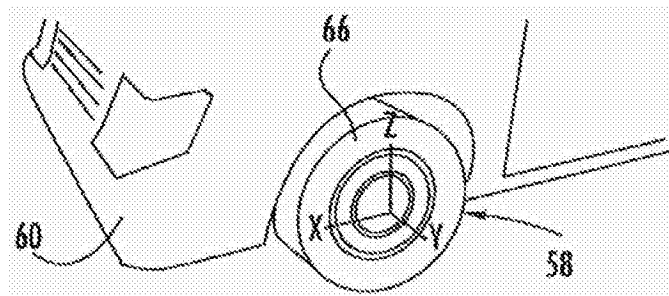


图11

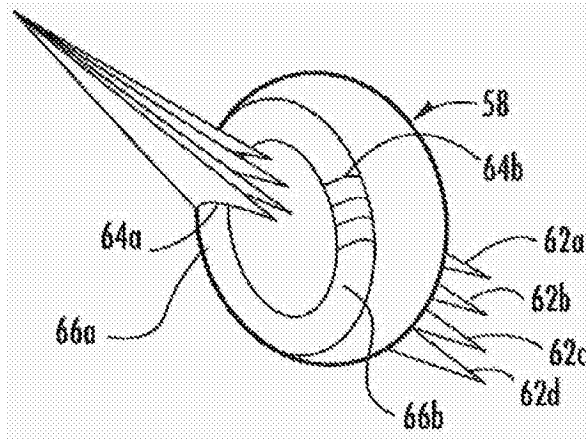


图12

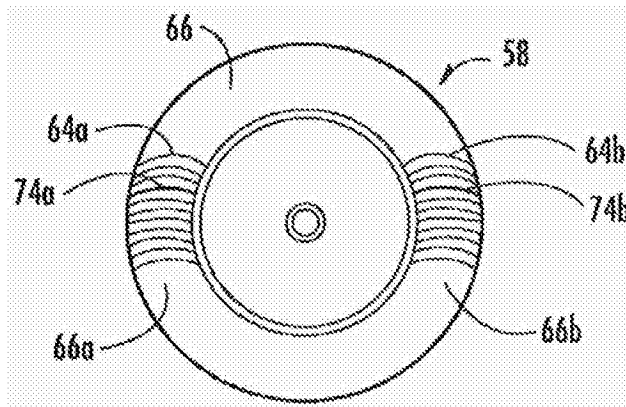


图13

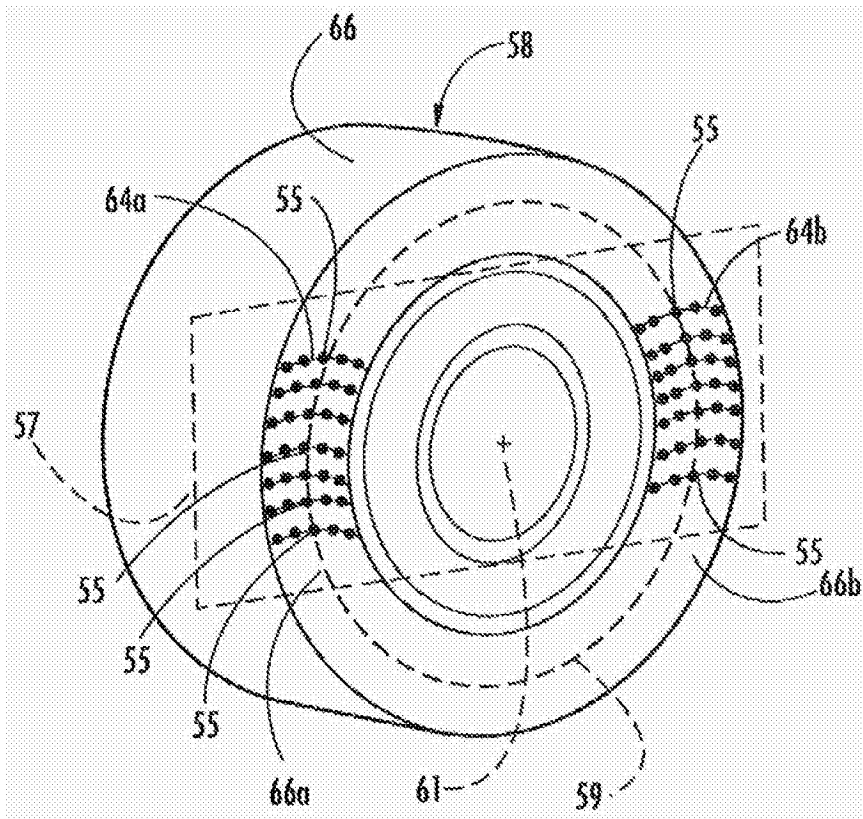


图13A

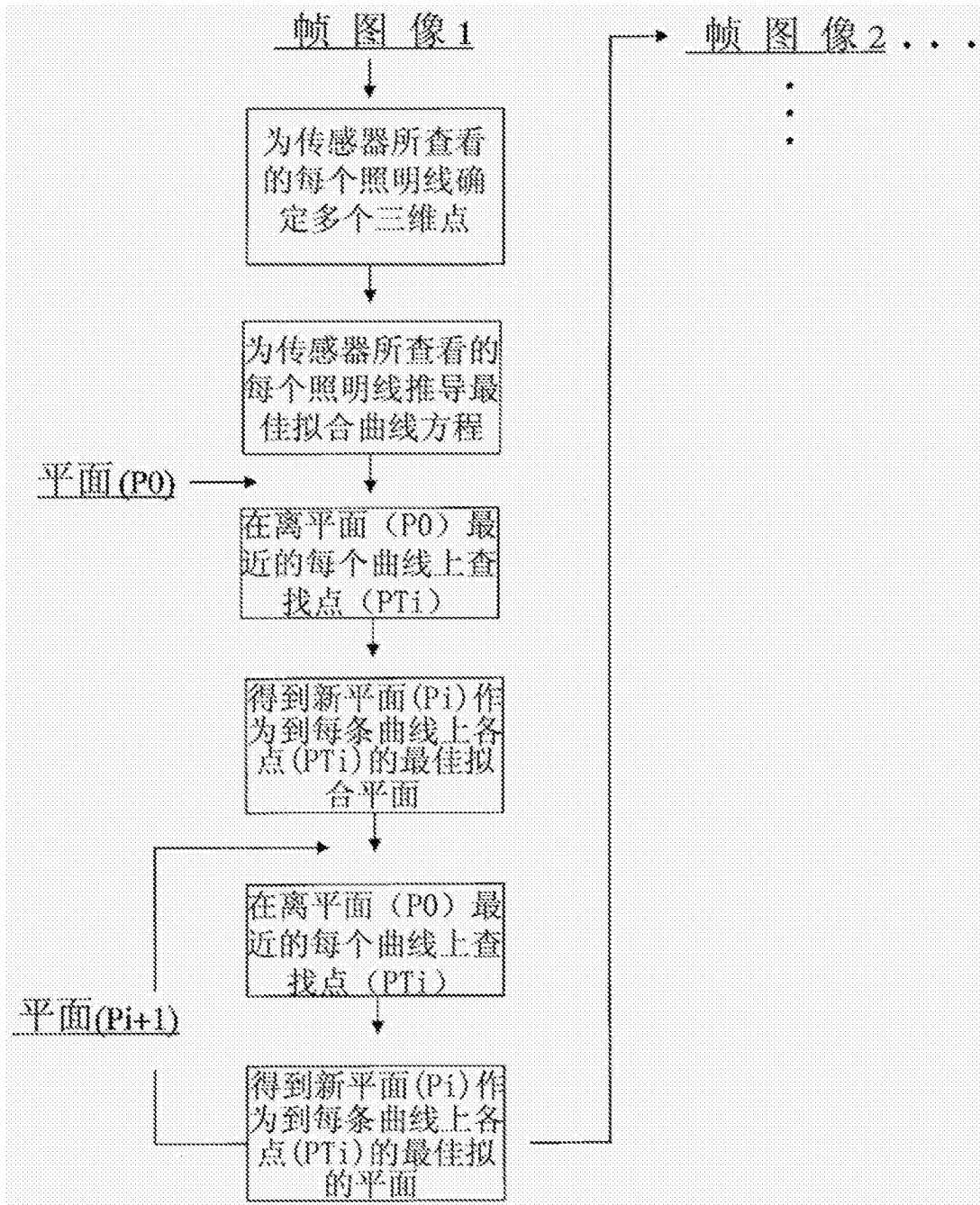


图13B

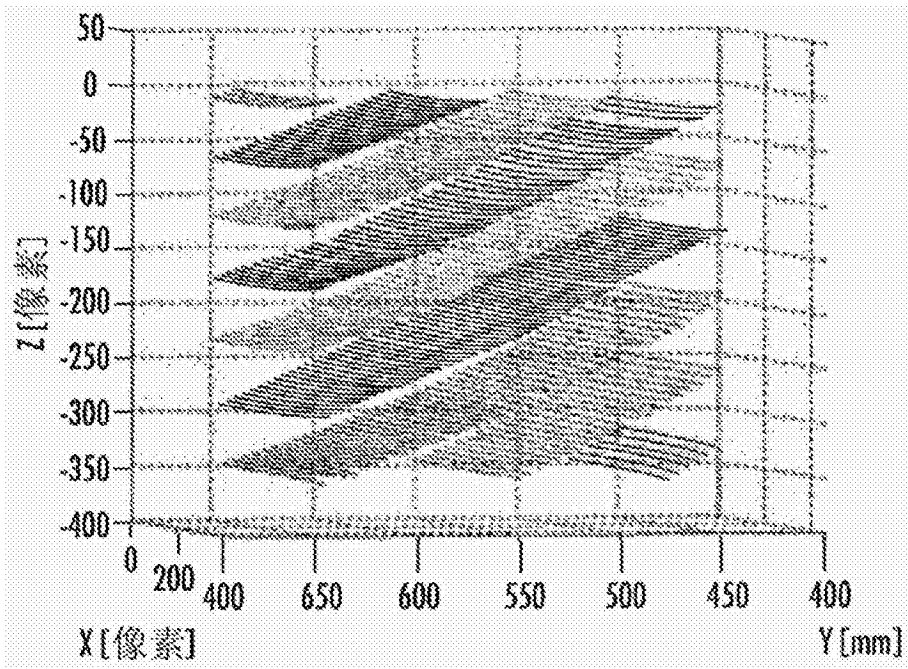


图14

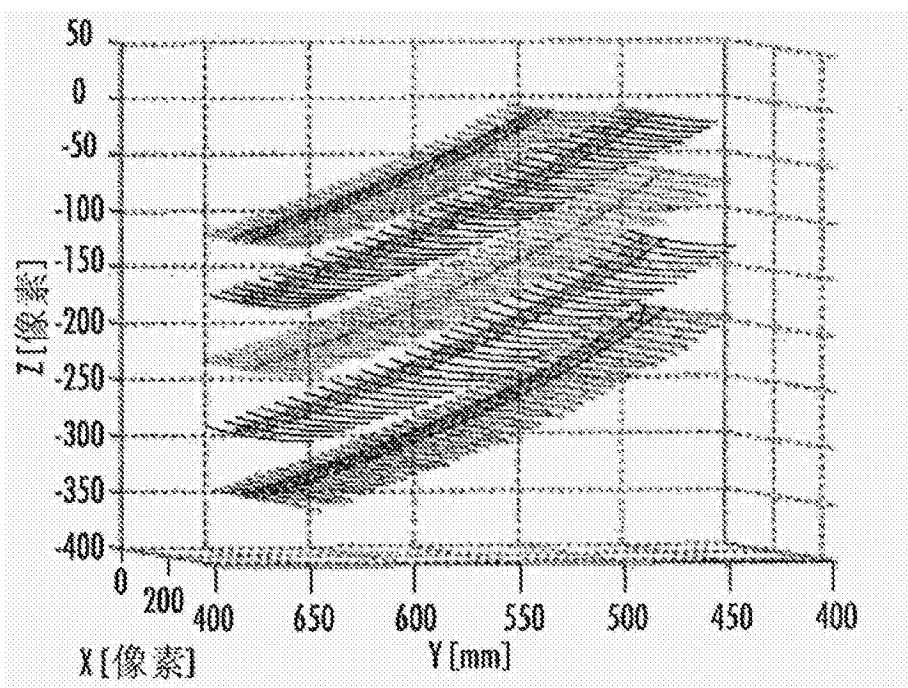


图15

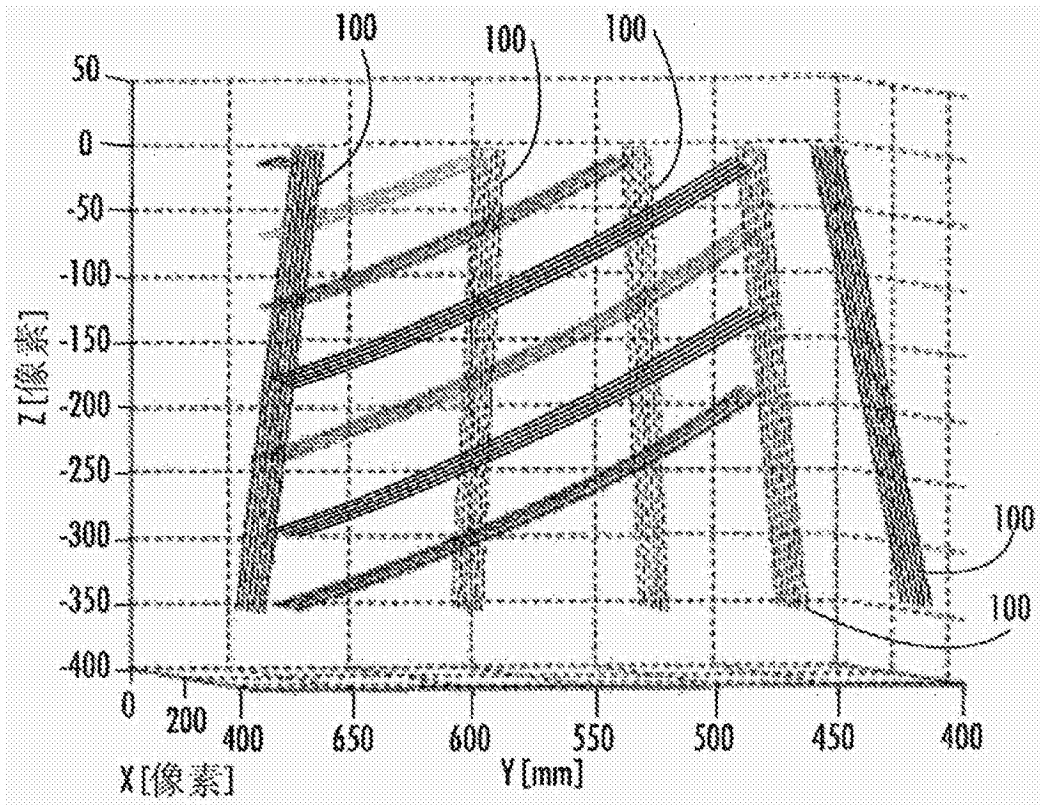


图16

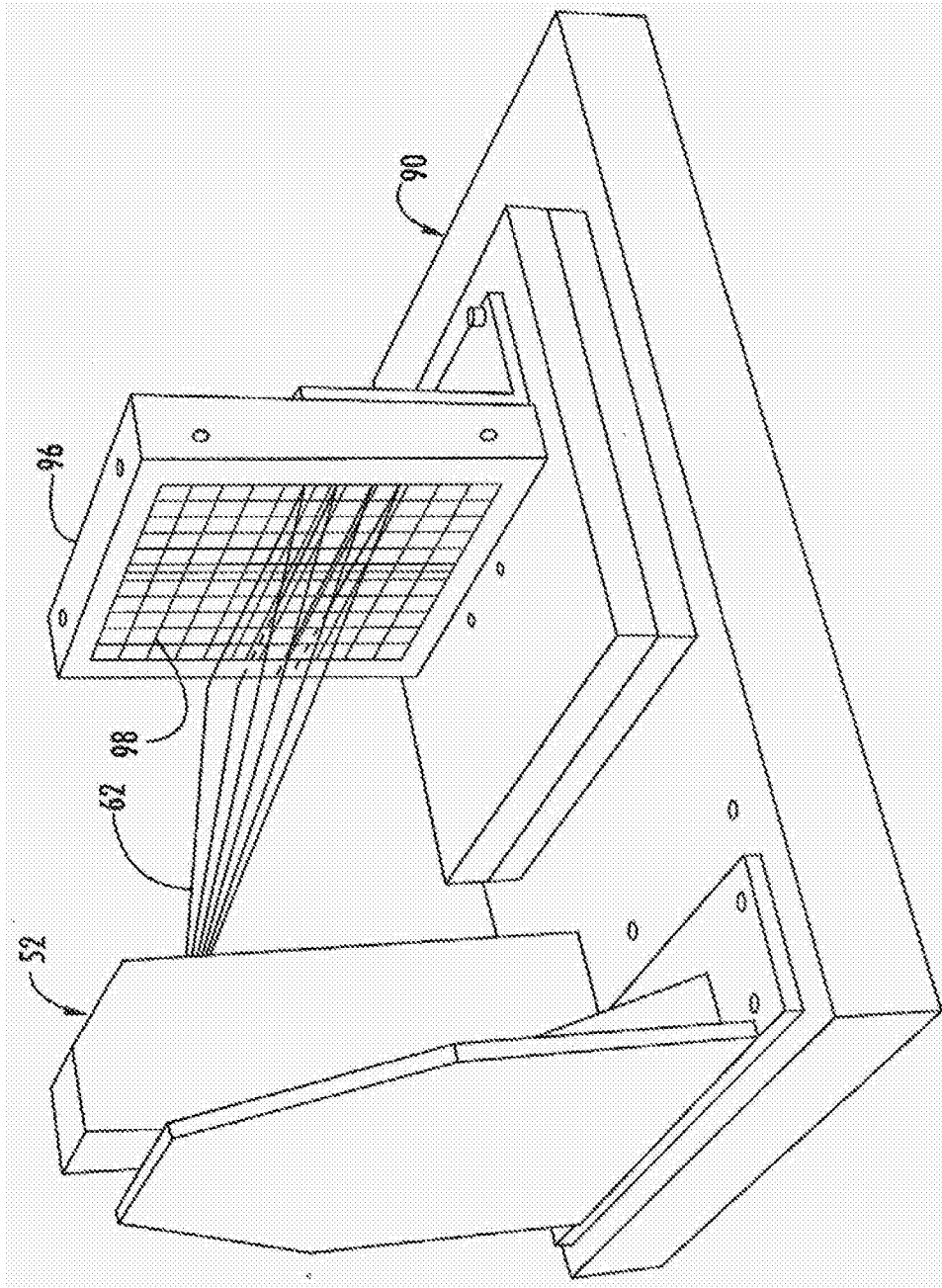


图17