



(45)授权公告日 2016.08.03

权利要求书3页 说明书7页 附图12页

1. 一种用于探测一个或多个辐射源的强度和方向的辐射探测器,其包括:
 - (a)至少一个辐射传感器;
 - (b)逆准直仪,所述逆准直仪至少部分阻挡源自所述逆准直仪所指方向的入射辐射;以及
 - (c)用于通过围绕两个旋转轴旋转来将所述逆准直仪指向不同方向的装置,其中,一个旋转轴用于平转,另一个旋转轴用于俯仰。
2. 根据权利要求1所述的辐射探测器,其中,所述逆准直仪是杆。
3. 根据权利要求2所述的辐射探测器,其中,所述杆具有圆形横截面。
4. 根据权利要求2所述的辐射探测器,其中,所述杆包括金属或金属合金。
5. 根据权利要求4所述的辐射探测器,其中,所述金属或金属合金选自钨、铅和不锈钢。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的辐射探测器,其中,所述用于将所述逆准直仪指向不同方向的装置包括用于移动所述逆准直仪来改变其高度定向的装置和用于移动所述逆准直仪来改变其方位定向的装置。
7. 根据权利要求6所述的辐射探测器,其中,所述用于移动所述逆准直仪来改变其高度定向的装置包括俯仰马达,以及所述用于移动所述逆准直仪来改变其方位定向的装置包括平转马达。
8. 根据权利要求1所述的辐射探测器,其中,所述逆准直仪是齿轮的径向辐条,并且其中,所述用于将所述逆准直仪指向不同方向的装置包括:
 - (i)俯仰马达,所述俯仰马达使所述齿轮围绕其中心轴线旋转来改变所述逆准直仪的高度定向;以及
 - (ii)平转马达,所述平转马达使所述齿轮围绕垂直于所述中心轴线的第二轴线旋转来改变所述逆准直仪的方位定向。
9. 根据权利要求7或8所述的辐射探测器,其中,所述俯仰马达、所述平转马达或所述俯仰马达和所述平转马达二者是电动马达。
10. 根据权利要求9所述的辐射探测器,其中,所述电动马达是步进马达。
11. 根据权利要求1至5中任一项所述的辐射探测器,其中,所述传感器是半导体二极管。
12. 根据权利要求11所述的辐射探测器,其中,所述半导体二极管是p-n结硅二极管。
13. 根据权利要求1所述的辐射探测器,其中,所述逆准直仪包括两个纵向对齐的部件,所述两个纵向对齐的部件被所述用于将所述逆准直仪指向不同方向的装置的至少一部分彼此隔开,并且其中,所述用于将所述逆准直仪指向不同方向的装置有助于为所述传感器屏蔽至少一部分源自所述逆准直仪所指方向的入射辐射。
14. 根据权利要求13所述的辐射探测器,其中,所述辐射传感器附接至所述逆准直仪的部件中的一个部件。
15. 根据权利要求13所述的辐射探测器,其中,采用两个辐射传感器,其中所述逆准直仪的两个部件中的每一个部件都附接一个辐射传感器。
16. 根据权利要求2所述的辐射探测器,其中,所述至少一个辐射传感器安装在所述杆的端部。
17. 一种用于探测一个或多个辐射源的强度和方向的辐射探测器,其包括:

- (a)平转马达;
- (b)俯仰马达;
- (c)u形支架,其具有基部和两个臂部;
- (d)逆准直仪,其包括第一杆和第二杆;以及
- (e)辐射传感器;

其中,所述平转马达的轴以可操作的方式连接至所述u形支架的基部,使得所述轴的旋转引起所述u形支架的旋转;

其中,所述俯仰马达以可操作的方式连接至所述u形支架的臂部,使得所述轴的旋转引起所述臂部内的所述俯仰马达的旋转;

其中,所述第一杆和第二杆以彼此纵向对齐但位于所述俯仰马达旋转轴线的相对两侧上;

其中,所述辐射传感器安装在所述第一杆上并位于所述第一杆的距离所述俯仰马达最远的端部;

其中,所述平转马达和所述俯仰马达的旋转允许所述逆准直仪指向不同的方向;以及

其中,所述逆准直仪和所述俯仰马达至少部分阻挡源自所述第二杆所指方向的入射辐射。

18.根据权利要求17所述的辐射探测器还包括第二辐射传感器,所述第二辐射传感器安装在所述第二杆上并位于所述第二杆的距离所述俯仰马达最远的端部。

19.根据权利要求17或18所述的辐射探测器,其中,所述第一杆和所述第二杆具有圆形横截面。

20.根据权利要求17或18所述的辐射探测器,其中,所述第一杆和所述第二杆包括金属或金属合金。

21.根据权利要求20所述的辐射探测器,其中,所述金属或金属合金选自钨、铅和不锈钢。

22.根据权利要求17或18所述的辐射探测器,其中,所述俯仰马达和所述平转马达是电动马达。

23.根据权利要求22所述的辐射探测器,其中,所述俯仰马达和所述平转马达是步进马达。

24.根据权利要求17或18所述的辐射探测器,其中,所述传感器是半导体二极管。

25.根据权利要求24所述的辐射探测器,其中,所述半导体二极管是p-n结硅二极管。

26.一种用于探测一个或多个辐射源的强度和方向的方法,其包括如下步骤:

- (a)提供至少一个辐射传感器;
- (b)提供逆准直仪,所述逆准直仪至少部分阻挡源自所述逆准直仪所指方向的入射辐射;
- (c)提供用于通过围绕两个旋转轴旋转来将所述逆准直仪指向不同方向的装置,其中,一个旋转轴用于平转,另一个旋转轴用于俯仰;
- (d)将所述逆准直仪指向一个方向;
- (e)记录所述逆准直仪所指的方向和记录来自所述传感器的信号;以及
- (f)在一个或多个不同方向上一次或多次重复步骤(d)和(e)。

27. 根据权利要求26所述的方法, 其中, 所述传感器信号在记录之前被放大。
28. 根据权利要求26或27所述的方法, 其中, 所述方向和所述信号被记录在数字存储介质上。
29. 根据权利要求26或27所述的方法, 其中, 使用计算机数学处理所述方向和所述传感器数据, 并且所述方向和所述传感器数据用于显示表示环境中的一个或多个辐射源的位置和强度的图像。
30. 根据权利要求26或27所述的方法, 其中, 所述逆准直仪是杆。
31. 根据权利要求30所述的方法, 其中, 所述杆具有圆形横截面。
32. 根据权利要求30所述的方法, 其中, 所述杆包括金属或金属合金。
33. 根据权利要求32所述的方法, 其中, 所述金属或金属合金选自钨、铅和不锈钢。
34. 根据权利要求26或27所述的方法, 其中, 所述用于将所述逆准直仪指向不同方向的装置还包括用于移动所述逆准直仪来改变其高度定向的装置和用于移动所述逆准直仪来改变其方位定向的装置。
35. 根据权利要求34所述的方法, 其中, 所述用于移动所述逆准直仪来改变其高度定向的装置包括俯仰马达, 以及所述用于移动所述逆准直仪来改变其方位定向的装置包括平转马达。
36. 根据权利要求35所述的方法, 其中, 所述俯仰马达和所述平转马达是电动马达。
37. 根据权利要求36所述的方法, 其中, 所述电动马达是步进马达。
38. 根据权利要求26或27所述的方法, 其中, 所述传感器是半导体二极管。
39. 根据权利要求38所述的方法, 其中, 所述半导体二极管是p-n结硅二极管。

使用逆准直的定向辐射探测装置和定向辐射探测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及辐射探测领域以及用于探测辐射的仪器和方法。更具体地,本发明涉及用于定向辐射探测的方法和装置。

背景技术

[0002] 在可能存有多数放射源的环境中,以及在可能存有多度至高度放射性的环境(如核处理或去污设施)中,为安全起见,限制人工访问,以及相对于机械和电气支撑存在负载限制。在这样的环境中使用的定向辐射探测仪器的理想属性是该装置应当是坚固的、远程操作的、自主的(self-contained)、重量轻的、廉价的,使得它在使用后可以遗弃而无需去污,以及它应当能够在尽可能短的时间内勘验放射性环境。用于在中度至高度放射性环境中探测一个或多个辐射源的强度和方向的现有方法存在严重的缺陷。

[0003] 存在两种用于同时测量上述环境中的放射源的方向和强度的标准方法。第一种方法是在待勘验环境内将非定向辐射探测装置从一个位置运送到另一个位置。通过以此方式进行网格搜索,可以确定一个放射源或多个放射源的位置。这种方法的主要缺点是太占用时间。

[0004] 第二种方法是可以使用准直仪来建立一个方向性非常强的探测装置。通过将准直后的探测器指向不同的方向,可以获得辐射强度与方向的关系曲线图。在这样的探测器中使用的准直仪包括防辐射罩和开口,其中防辐射罩包围辐射传感器并且通过该开口校准辐射源的辐射。这种方法的主要缺点是准直仪的罩构件必须由诸如铅或不锈钢等重质材料制成,因此它非常结实,因此需要昂贵的机构来移动准直探测器以便使它能指向不同的方向。在美国专利No. 7,186,963中公开了这个类型装置的示例,该专利通用引用的方式并入本文。

[0005] 目前仍需要一种改进的且相对较轻、廉价的定向辐射探测装置。

[0006] 出于使申请人相信的已知信息与本申请之间具有可能的相关性的目的提供上述背景信息。不需要承认也不应当解释的是,任何前述信息构成相对于本发明的现有技术。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供用于同时测量环境中的一个或多个辐射源的强度和方向的辐射探测器和辐射探测方法。

[0008] 根据本发明的一个方面,本发明提供了一种用于同时探测一个或多个辐射源的强度和方向的辐射探测器,其包括辐射传感器、逆准直仪和用于将逆准直仪指向不同方向的装置,该逆准直仪为传感器屏蔽至少一部分源自逆准直仪所指方向的入射辐射。

[0009] 根据本发明的另一个方面,本发明提供了一种用于同时探测一个或多个辐射源的强度和方向的辐射探测器,其包括平转马达、俯仰马达、具有基部和两个臂部的u形支架、包括第一杆和第二杆的逆准直仪以及辐射传感器。平转马达的轴以可操作的方式连接至u形支架的基部,使得轴的旋转引起u形支架的旋转。俯仰马达以可操作的方式连接至u形支架

的臂部,使得轴的旋转引起臂部内的俯仰马达的旋转。第一杆和第二杆以彼此纵向对齐但位于俯仰马达旋转轴线的相对两侧上。辐射传感器安装在第一杆上并位于第一杆的距离俯仰马达最远的端部。平转马达和俯仰马达的旋转允许逆准直仪指向不同的方向。逆准直仪和俯仰马达为传感器屏蔽至少一部分源自第二杆所指方向的入射辐射。

[0010] 根据本发明的另一个方面,本发明提供了一种用于探测一个或多个辐射源的强度和方向的方法,其包括如下步骤:(a)提供辐射传感器;(b)提供逆准直仪,该逆准直仪为传感器屏蔽至少一部分源自逆准直仪所指方向的入射辐射;(c)提供用于将逆准直仪指向不同方向的装置;(d)将逆准直仪指向一个方向;(e)记录逆准直仪所指的方向和记录来自传感器的信号;以及(f)在一个或多个不同方向上一次或多次重复步骤(d)和(e)。

附图说明

[0011] 图1是采用准直仪的定向辐射探测器和采用逆准直仪的辐射探测器之间的工作原理的区别的示意图。

[0012] 图2是包括逆准直仪的定向辐射探测器的一个示例的示意图。

[0013] 图3是示出了辐射场对p-n结硅二极管电流和电压读数产生的影响的曲线图。

[0014] 图4是包括逆准直仪的定向辐射探测器的优选示例的立体示意图。

[0015] 图5是图4所示的定向辐射探测装置的正面示意图和局部截面图。

[0016] 图6是包括逆准直仪的定向辐射探测器的另一个示例的立体示意图。

[0017] 图7是包括逆准直仪的定向辐射探测器的另一个示例的立体示意图,其中,逆准直仪为竖直定向齿轮的径向辐条。

[0018] 图8A和图8B示出了MATLAB三维球形图像显示的两个侧面图,图8C示出了MATLAB三维球形图像显示的俯视图,该MATLAB三维球形图像显示表示使用定向辐射探测器并采用逆准直仪的方法进行的环境辐射源勘验。

[0019] 图9示出了通过采用逆准直方法的定向辐射探测的手动模式的屏幕截图。

[0020] 图10示出了通过采用逆准直方法的定向辐射探测的自动模式用户界面的屏幕截图。

[0021] 图11示出了在使用逆准直进行定向辐射探测的系统中所采用的额外信息选项卡的屏幕截图。

[0022] 图12A和图12B示出了通过采用逆准直方法的定向辐射探测的自动模式的流程图。

具体实施方式

[0023] 除非另有限定,本文所用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域普通技术人员通常所理解的相同含义。

[0024] 除非上下文中明确地指出,在本说明书和权利要求中所使用的单数形式“一个(a)”“一个(an)”和“所述(the)”包括复数含义。

[0025] 应理解本文所使用的术语“包括”意味着下面的列举是非穷举的,并且可以包括或可以不包括任何其他额外合适的项目,例如视情况而定的一个或多个进一步的特征、构件和/或成分。

[0026] 现已发现,逆准直仪可以用在同时探测一个或多个辐射源的方向和强度的改进方

法和装置中。如上文详细的描述,当前用于探测辐射的方法和设备采用准直仪,准直仪包括罩部,该罩部除了窄束以外阻挡从所有方向射入辐射传感器的辐射场。与此相反,逆准直仪包括小防辐射罩,小防辐射罩只在窄束中阻挡电离辐射场并且允许探测器探测来自所有其他方向的辐射。采用准直仪的探测器在指向辐射源时将产生最大的响应,而采用逆准直仪的探测器在指向辐射源时(即,当逆准直仪的防辐射罩在辐射传感器和辐射源之间时)将产生最小的响应。图1示出了采用准直仪的探测器和采用逆准直仪的探测器之间的工作原理的区别。

[0027] 因为逆准直仪采用了明显更少的屏蔽材料,所以逆准直仪与辐射探测器的结合允许探测器比当前或之前辐射探测系统更小、更轻以及更不费力地构建。此外,逆准直仪的使用允许辐射探测器使用相对较小和廉价的机械驱动器远程指向不同的方向。

[0028] 逆准直仪优选地为由铅、钨或不锈钢制成的杆。然而,逆准直仪还可由任何其他能够屏蔽探测器以使其免受电离辐射的材料制成。杆的横截面可选地为圆形,但可以具有其他横截面。

[0029] 参照图2,辐射探测器的一个实施例采用逆准直仪10,该逆准直仪10为附接有辐射传感器20的铅杆。图2所示辐射传感器20基于固态二极管,该固态二极管发射响应电离辐射的电信号。

[0030] 辐射传感器20优选地包括在无偏电流生成模式中使用的市售固态p-n结封装硅二极管,并且输出的光电流用作辐射场强度的测量值。虽然不希望被理论所束缚,但使用二极管作为辐射传感器的背后理论是二极管对辐射起反应与光电二极管对可见光起反应的方式相同。当二极管暴露于辐射场时,即使未施加电压(即,无偏模式),也会在二极管中产生反向电流。在电流对电压的曲线(IV曲线)上,这种效果是可直观表现为在存在辐射场时曲线向下位移(参见图3)。本发明人已经研究了光电流和辐射场强度之间的关系,并且发现这种关系是近似线性的。

[0031] 使用硅二极管作为成像器中的辐射传感器的主要优点是它们体积小、价格低廉以及适合在范围很广的伽马辐射剂量率内工作。

[0032] 具有小的传感器允许本发明辐射探测器的总体尺寸被最小化,因而允许探测器用在有限的空间中,并且允许探测器以对周围更少干扰的方式被使用。二极管不仅小,而且连接简单。二极管对不同媒体具有不相同数量的输入和输出,这在市售辐射探测器中是普遍的。仪器的尺寸和简单性允许在使用它作为传感器的系统中具有更大的通用性。

[0033] 本发明人已经校准和测试了作为在定向辐射探测器(其包括逆准直仪)中的辐射传感器的各种市售p-n结硅二极管。这些硅二极管传感器已被用来在辐射场强度范围大的应用中成功测量辐射场。这些传感器可以测量低至几十拉得每小时(rad/hr)以及高至几百千拉德每小时(krad/hr)的场(参见Sur等人在Proceedings of the 28th Annual CNS Conference, Saint John, NB 2007 June 3-6中的“Radiation Exposure Rate and Liquid Level Inside a High Level Liquid Waste(HLLW) Storage Tank”,以及还参见Sur等人在Sixth American Nuclear Society International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control, and Human-Machine Interface Technologies NPIC&HMIT, Knoxville Tennessee, April 5-9, 2009中提出“A Detector System for Measuring High Radiation Fields”)。

[0034] 因为从p-n节硅二极管输出的电流很小(近似于皮安至纳安),所以优选使用电流到电压的放大器来将电流信号放大并转换成在大约为0.25V至8.5V范围内的电压信号,该电压信号能很容易通过诸如万用表等设备读出。

[0035] 虽然基于硅二极管的传感器是优选的(因为它相对廉价并且体积小),但传感器也可以是闪烁探测器或能够探测电离辐射并具有一定尺寸和几何形状的任何其他类型的传感器,使得逆准直仪10阻挡源自逆准直仪10所指方向上的辐射源的绝大部分辐射。可选地,本发明的辐射探测器和方法可采用一个以上的传感器。在本发明的替换实施例中,采用了两个传感器,其中传感器附接至逆准直仪的各端。在逆准直仪的各端上使用传感器使在勘验环境寻找辐射源时达到指定分辨率所需的测量数量减少一半。

[0036] 为允许测量源自环境中的多个辐射源的电离辐射的强度和方向而不改变装置在环境中的位置,该装置优选地配备有云台功能,从而逆准直仪10能够朝向不同的方向。

[0037] 优选地,设备应当能够以各种尺寸的步长(取决于所需的分辨率)在整个球体方向范围上自身环视,并且在它朝向不同方向时收集辐射的测量。为在整个球体上获得5度x5度的分辨率,大约需要1700个步长并且在每一个步长中进行测量。对于2度x2度的分辨率,大约需要10000个步长并且在每一个步长中进行测量。为实现完整的球体范围,所需的运动范围为俯仰180度和平转360度。为实现该运动的范围,需要两个旋转轴,一个旋转轴用于平转,一个旋转轴用于俯仰。

[0038] 再次参照图2所示的本发明实施例,用马达30和马达40的方法实现平转/俯仰的功能。平转马达30附接至基部50并提供平转功能。俯仰马达40附接至平台60并提供俯仰功能。马达40的偏心重量由配重70抵消。

[0039] 平转马达30的轴35以可操作的方式连接至可移动支架80。当马达30的轴旋转时,支架80和位于平台80上方的其他装置构件(包括逆准直仪)也旋转。

[0040] 俯仰马达40的轴以可操作的方式连接至支架90,支架90依次以可操作的方式连接至逆准直仪10。这样,当俯仰马达40的轴旋转时,逆准直仪10也旋转。

[0041] 图4和图5示出了本发明辐射探测器的优选实施例,其中,马达和逆准直仪构造成负责俯仰功能的马达结合在逆准直仪的几何形状中。包括逆准直仪10的杆被分成位于俯仰马达40旋转轴的相对两侧的两部分。俯仰马达40有助于探测器的屏蔽,因此可以被认为是逆准直仪的一部分。俯仰马达40的轴以可操作的方式连接至可移动的u形支架80,支架80再以可操作的方式连接至平转马达30的轴。与图2所示实施例相比,这种设计的主要优点是它不需要配重,这减少了装置的整体重量。逆准直仪10的两个杆通过支撑板25(其由螺栓35保持在适当位置)安装至俯仰马达。

[0042] 传感器(未示出)附接至逆准直仪10的任一根杆的距离俯仰马达40最远的端部。传感器插入并穿过孔15,孔15是垂直于逆准直仪杆10的纵向轴线而钻成的。螺纹孔可以与一组螺钉(未示出)结合使用来将传感器保持在适当的位置,其中螺纹孔与逆准直仪杆10的纵向轴线(未示出)平行地穿过杆的端部顶端。在本发明的替换实施例中,可使用两个传感器,其中传感器插入每个杆10的端部的孔15。

[0043] 平转和俯仰功能所采用的马达优选地为允许精确控制位置的步进马达。例如,可以采用来自于Automation Direct公司的SureStep(TM)步进马达系统。这样的装置包括两个NEMA23尺寸的步进马达、两个微步驱动器和电源。马达具有1.8°的基本步长,并且驱动器

允许基本步长的二分之一、五分之一、十分之一、二十分之一和五十分之一的微步。电源采用120VAC的输入,并且具有用于马达和驱动电源的32VDC的输出和用于信号的5VDC的输出。可采用较小NEMA17尺寸的马达,并且该马达被认为足够用于图4和图5所示的设计。

[0044] 在图6中示出了采用逆准直仪的辐射探测器的另一个示例。在该实施例中,平转马达30为NEMA23尺寸的马达,俯仰马达40为NEMA11尺寸的步进马达(可选地,对于俯仰功能,可以使用NEMA8尺寸的步进马达或等效物)。逆准直仪10的杆和u形支架80的臂部长于图4和图5所示实施例中采用的杆和臂部。逆准直仪杆包括容纳该传感器或多个传感器(在图6中未示出)的孔。

[0045] 在图7中示出了采用逆准直仪的辐射探测器的再一个示例。在该示例中,逆准直仪10安装在竖直定向齿轮100的径向轮辐110中,该齿轮100安装在适当的位置,并且通过步进马达40和以可操作的方式连接至俯仰马达40的轴上的驱动齿轮90来进行俯仰旋转。这种构造通过使用塑料“3D打印机”制造齿轮(虽然可以很容易采用其他方式制造齿轮)并将俯仰马达40放置在逆准直仪的外面(因此不会有助于探测器的屏蔽)来提供廉价而不显眼的俯仰机构的可能性。齿轮100、驱动齿轮90和俯仰马达40安装在轮座70上的适当位置,轮座70再以可操作的方式连接至平转马达30的轴以提供平转功能。根据该实施例的特定的非限制性的示例,辐射探测器使用两个NEMA17尺寸的步进马达。为观察驱动齿轮90和俯仰马达40,图7示出了轮座70的断裂截面视图。轮座70设计用来限制齿轮100和驱动齿轮90,同时允许齿轮彼此啮合并传递运动。图7所示的辐射探测器包括插入径向轮辐110的孔15中的一个传感器。然而,额外的传感器可以结合在齿轮100的与孔15处的第一传感器大致相反的位置。

[0046] 可选地,可以采用具有加速/减速斜坡特征的驱动器来减少步进马达施加在装置上的震动。

[0047] 使用逆准直仪的辐射探测

[0048] 为获得辐射源在环境中的地图,可以采用一种方法是使用包括逆准直仪的辐射探测器来扫描环境。为进行扫描,逆准直仪指向各个方向,并且记录从每个方向入射在传感器上的辐射强度。采用这种逆准直仪的系统生成辐射源在环境中的负像。然后,可以使用数学图像重建从所扫描的数据获得正像。在本发明的实施例中,该数据可以以三维的方式显示为投影在计算机屏幕上的球形表面上的颜色图案。

[0049] 因此,本发明还提供了一种生成辐射源地图的方法,其包括:(i)使用包括辐射传感器和逆准直仪的辐射探测器扫描环境的至少一部分;以及(ii)在扫描时记录在各个位置处入射到传感器的辐射强度。可以使用所得的辐射源负像直接生成辐射源地图。可选地,如上文所述,生成辐射源地图的方法还包括数学重建负像以从所记录的入射辐射强度生成正像的步骤。

[0050] 正如本领域技术人员将意识到的,信号处理、读取和系统控制的功能可以在各个单独设备中执行或集成到一个设备中,并且能够使用硬件(例如,PC计算机)、固件(例如,专用芯片)、软件或它们的组合来执行。计算机可以是包括计算机可读存储器的通用计算机,该计算机可读存储器用于存储计算机程序指令,该计算机程序指令用于执行处理和控制操作。计算机还可包括磁盘驱动器、光盘驱动器、USB驱动器或用于读取包含在计算机可读介质上的指令以执行这些操作的其他适当部件。除了诸如显示器和打印机等输出外设,计算机还可包括输入外设,诸如鼠标、键盘、条形码扫描仪、光笔或为本领域技术人员所熟知的

能够让用户将信息输入到计算机的其他适当部件。

[0051] 在一个示例中,辐射探测器由包括计算机可读存储器的计算机控制,该计算机可读存储器存储专门为辐射探测器的控制和/或为处理使用辐射探测器所获得的数据编写的计算机程序。在一个优选实施例中,使用为便于与各种硬件通信而设计的Lab VIEW™平台编写计算机程序。该程序包括控制、数据采集、图像生成和显示功能。通过将位置和辐射数据记录成一个队列然后使用MATLAB脚本处理数据并显示(3D)球面影像来实现图像的生成和显示。在图8A至图8C中示出了这种显示的示例。球体上的暗区表示Co-60辐射源。

[0052] 基于辐射探测器的具体应用和本发明的方法编写计算机程序,并且使用为本领域技术人员所熟知的标准编程平台。

[0053] 根据一个实施例,提供了一种包括用于控制本发明辐射探测器的计算机的探测系统。该控制计算机可位于现场,然而,它通常位于足够远离探测器的位置以允许用户在不必暴露于辐射的情况下控制探测器。该控制计算机可包括读写器以允许输出数据被永久地或暂时地全部或部分存储。该读写器便于数据的记录以供以后探讨。因此,可以使用现场计算机对输出数据进行后处理,或可选地,输出数据可传送到远程计算机并在那里处理。

[0054] 探测系统还可包括数据采集装置,该数据采集装置可选地位于控制计算机上并且可选地与用于控制辐射探测器运动的装置结合在一起。

[0055] 在本发明的一个优选实施例中,使用National Instruments Data Acquisition and Control Module(NI DAQ)作为在软件和辐射探测器之间的数据采集和控制接口。NI DAQ具有许多模拟和数字输入/输出,程序完全出于输入和控制的目的来使用这些输入/输出。模拟输入用于从辐射传感器获得电流测量值,以及数字I/O用于获得反馈并远程控制放大器增益的设置。通过使用DAQ上的+5V数字输出将脉冲发送到马达驱动器来控制马达。

[0056] 在本发明的一个优选实施例中,控制程序具有两种操作模式:手动和自动。在这两种模式中,所有的实时信息被记录到计算机文件中;这包括时间戳、设备的位置角度(相对于设定的起始位置)以及包括诸如电压信号和放大器增益设置等原始信息的传感器辐射读数。

[0057] 由探测系统所收集的数据可包括三维信息,该三维信息包括从探测系统到辐射源的距离及辐射源的方向(或位置)。可以使用三维信息来重建探测区域中的辐射源(在一定距离内)的三维地图。

[0058] 在手动模式中(参见图9中的手动模式用户界面的示例),用户可在远程控制设备的位置的同时监测辐射场的读数。用户能够在任一方向上以他或她选择的步长(度)平转或俯仰设备。此外,还能够手动将设备移动至所需位置,并且将该位置设定为“起始位置(Home Position)”以及在任何时间返回至起始位置。在监测手动模式下的环境的同时,用户可以在任何时间采取“快照(snapshot)”。快照将会把所有瞬间细节保存到文件中。例如,快照能够保存时间戳、设备的位置角度、传感器辐射读数和用户的注释。根据手动模式设置探测器的灵敏度。

[0059] 自动模式(参见图10中的自动模式用户界面的示例)允许用户实施“自动扫描(AutoScans)”,“自动扫描”扫描环境并显示辐射图像。用户可控制诸如步长(Step Size)、停留时间(Dwell time)(逆准直仪保持指向一个方向的时间量)以及是否扫描整个球体范围或只扫描顶部半球等设置。步长是俯仰一步的尺寸(度)。设备在每个位置处停留、以1kHz

的速率获取辐射测量值并且平均“停留时间”范围内的测量值,其中该“停留时间”是逆准直仪停留在每个位置处的时间量。停留时间越长,每个测量值的可信度越高(统计误差少)。同样重要的是,确保在扫描开始之前设置好起始位置,因为扫描从起始位置开始。一旦选择了适当的设置,用户就可以开始自动扫描。然后,软件会提示用户将要存储所有来自自动扫描的信息的文件。在自动扫描过程期间的任何时候,用户可以通过点击“停止扫描(Stop Scan)”按钮停止扫描。在进行扫描时,用户还可以通过点击“查看图像(View Image)”按钮查看部分图像。在扫描过程暂停时进行数据的数学处理。扫描仍然暂停直到部分图像被显示出来。在完成扫描之后,以围绕设备的球体(或半球)形式显示完整的图像。图12A至图12B示出了自动模式的步骤流程图。

[0060] 优选地,在手动和自动两种模式期间,Lab VIEW或等同程序在控制程序窗口的外部提供额外信息。如图11提供的示例所示,该额外信息可包括用于平转和俯仰角度以及原始数据的可见显示/引导,其中可见显示/引导呈传感器实时电流测量值、放大器电压读数、放大器增益设置(其可由程序自动或手动控制)的运行波形显示的形式。如果自动控制增益控制,那么在电压输出超出某个范围(优选地为0.25V至8.5V)时,放大器切换其增益。

[0061] 可选地,本发明的探测系统还可包括用于获得所研究环境的可视图像的可视图像捕获装置(例如,照相机),例如美国专利No.7,186,963所描述的可视图像捕获装置。可在对环境内的特定方向或视角进行辐射测量之前和/或期间和/或之后获得可视图像。以前从一次或多次辐射测量获得的信息可以与一幅或多幅相应可视图像进行叠加。

[0062] 在本说明书中提到的所有出版物、专利和专利申请反映出了本发明所属领域技术人员的技能水平并且通过引用的方式并入本文,如同每个单独的出版物、专利或专利申请被专门地和单独地指出将通过引用的方式并入本文。

[0063] 在描述了本发明之后,显而易见的是,本发明可以以多种方式变化。这些变形不被视为脱离了本发明的精神和范围,并且对于本领域技术人员显而易见的所有这些修改都旨在包括在上面权利要求的范围之内。

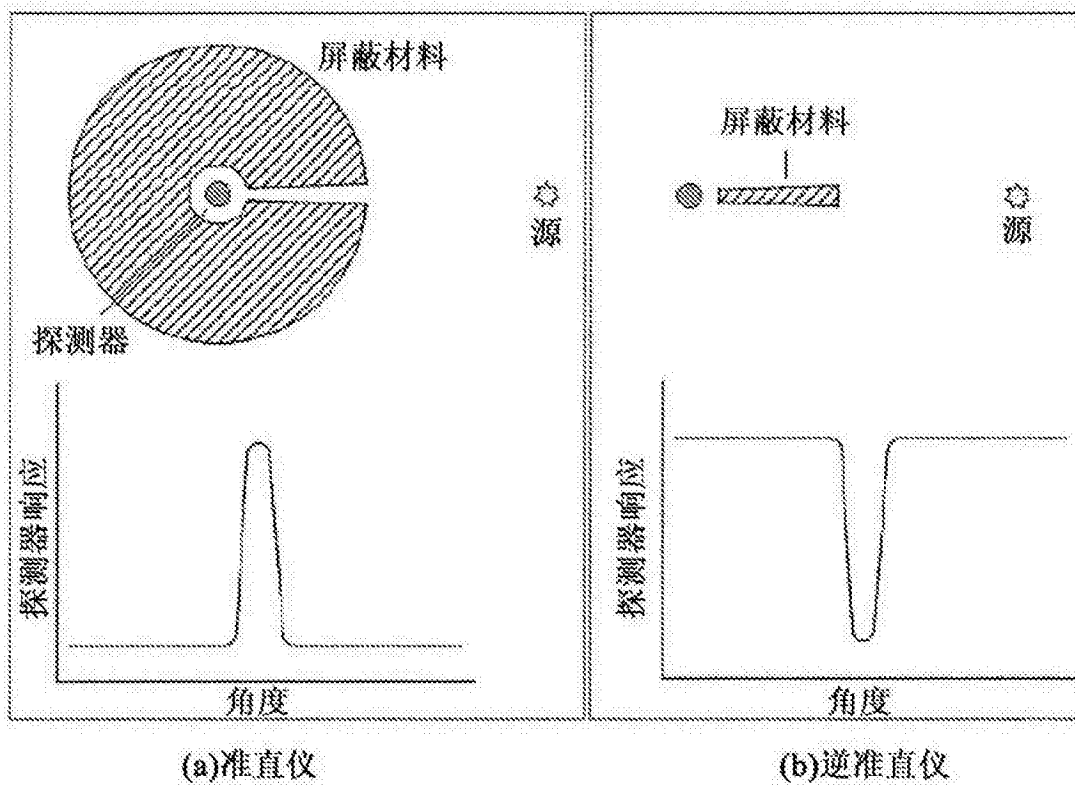


图1

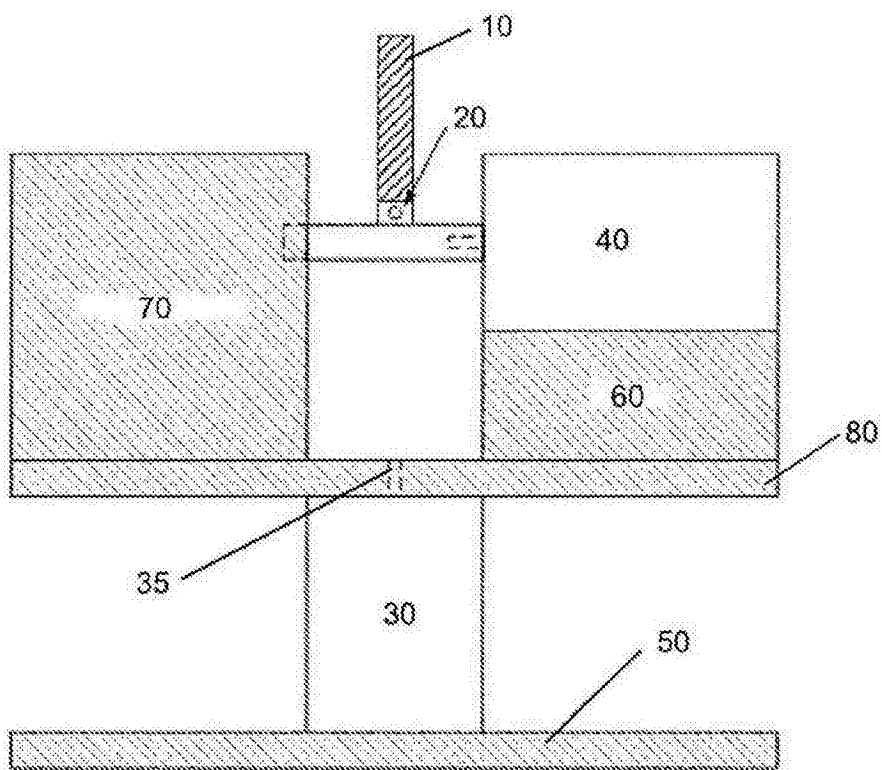


图2

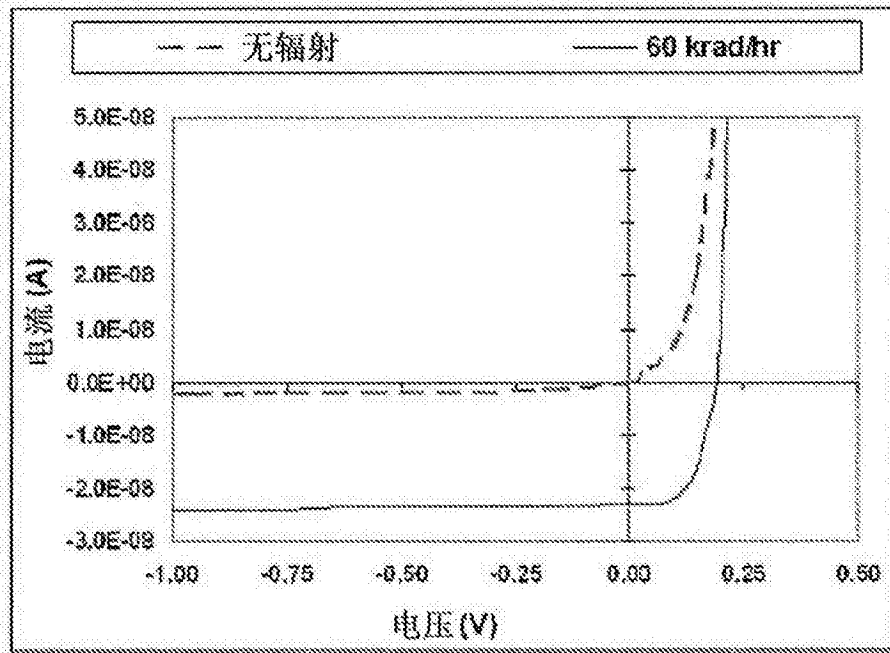


图3

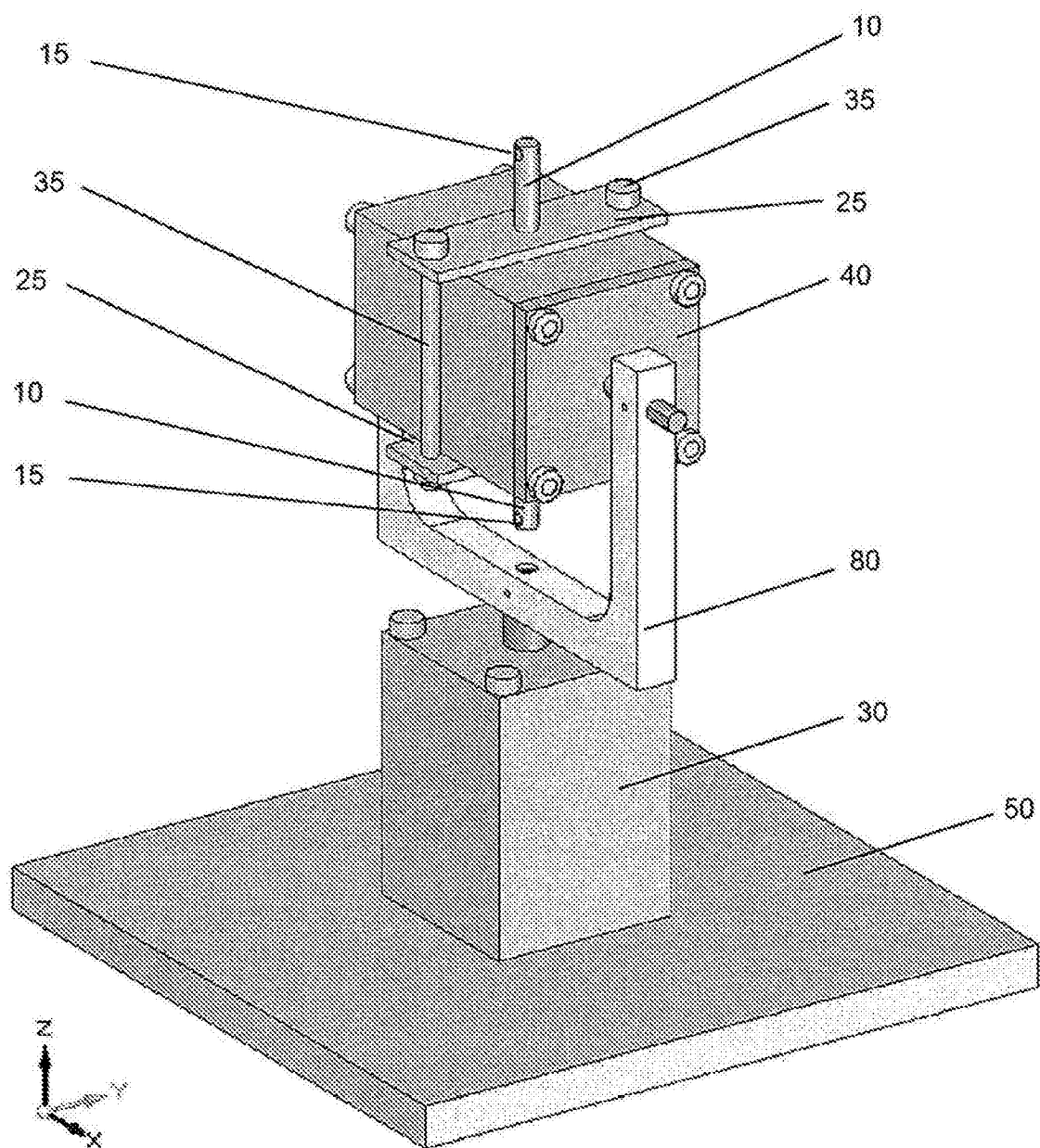


图4

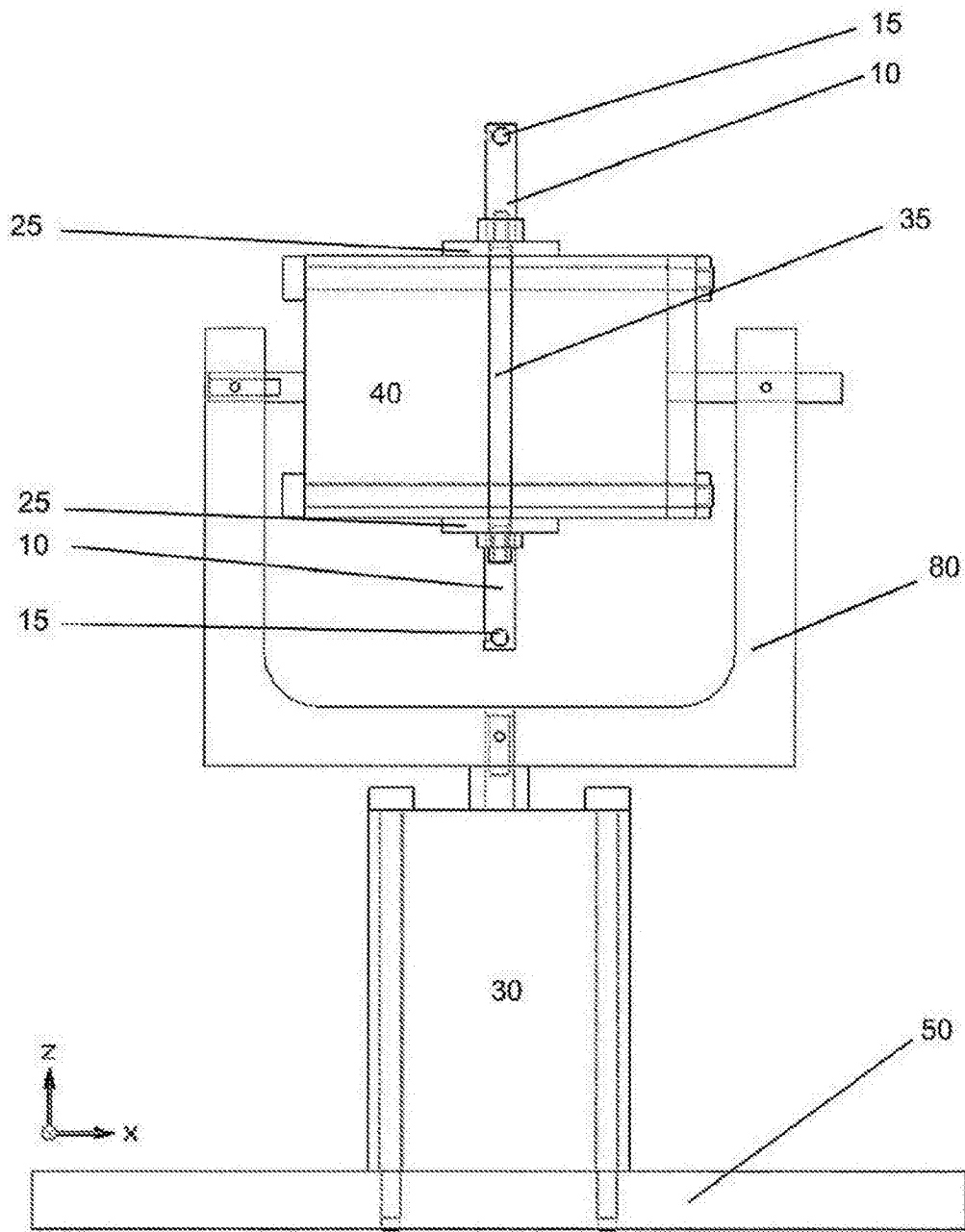


图5

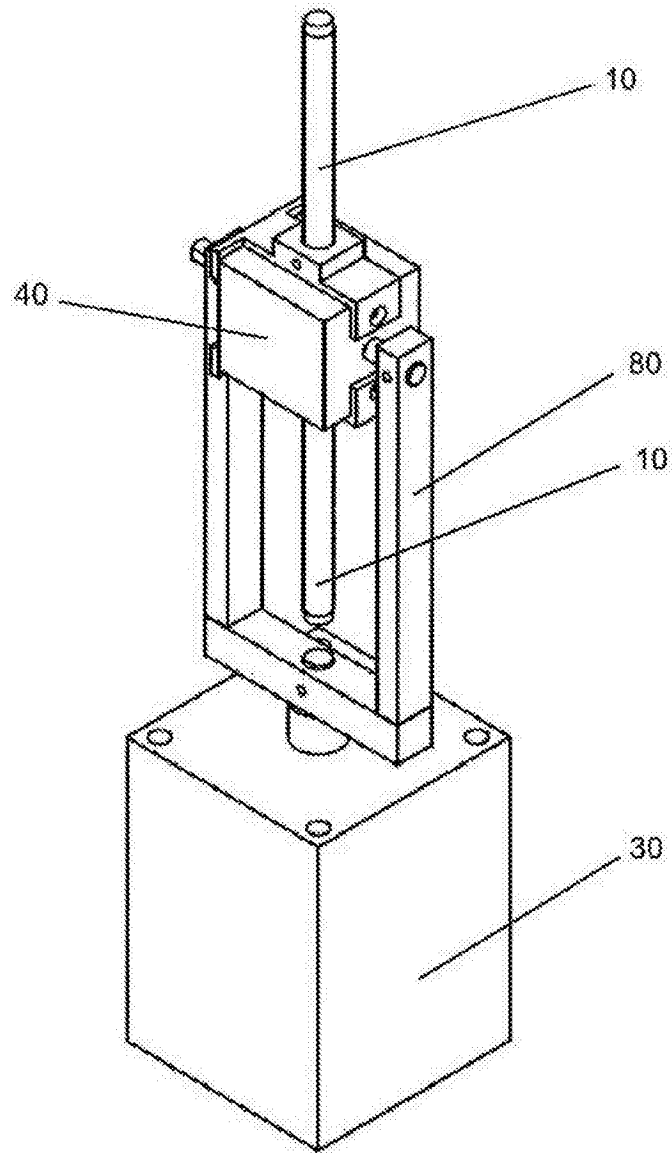


图6

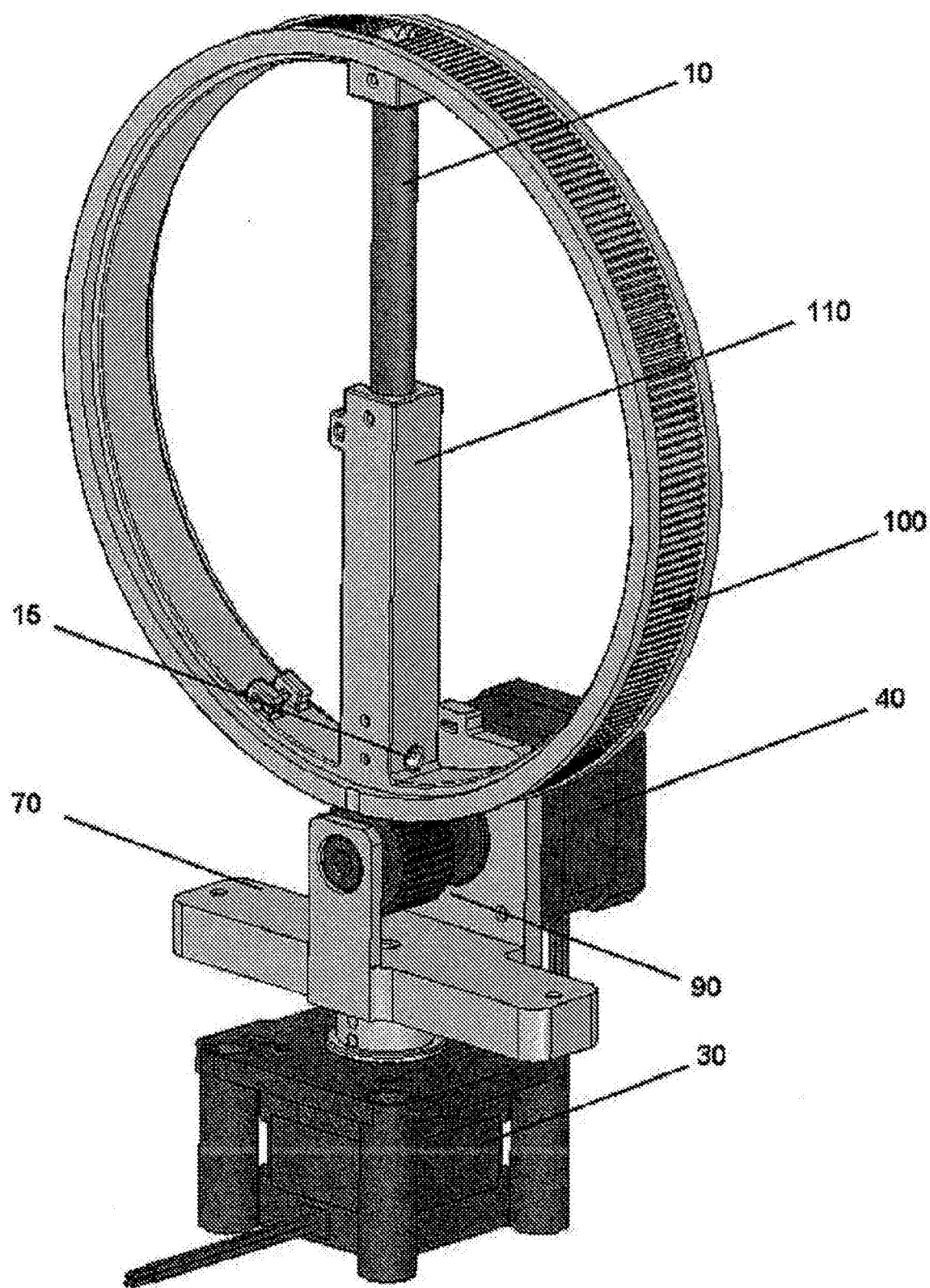


图7

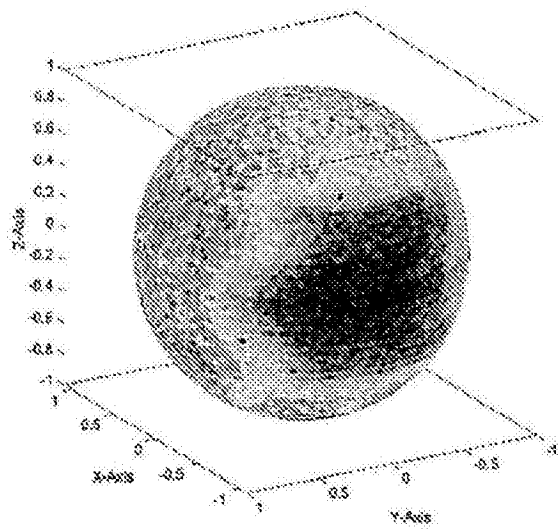


图8A

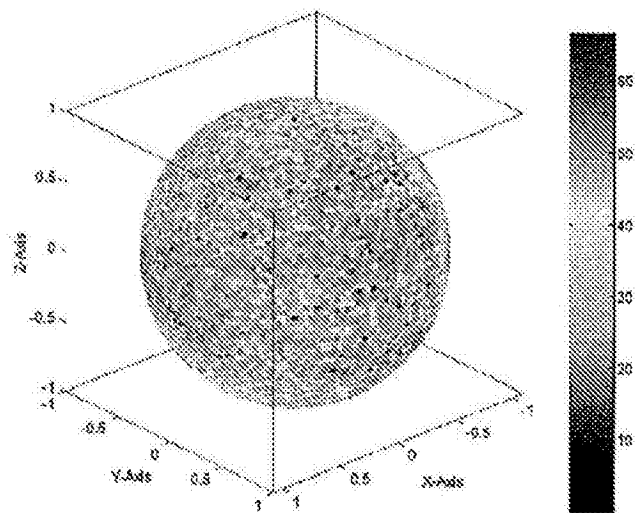


图8B

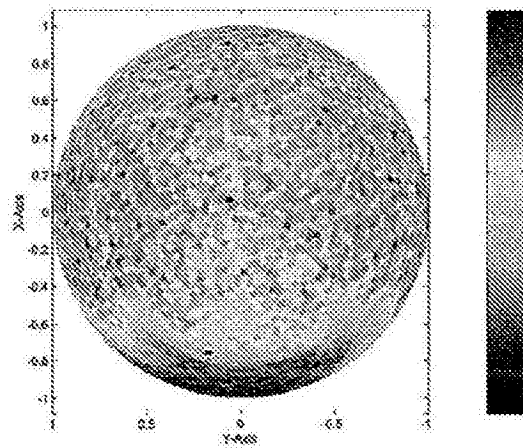


图8C

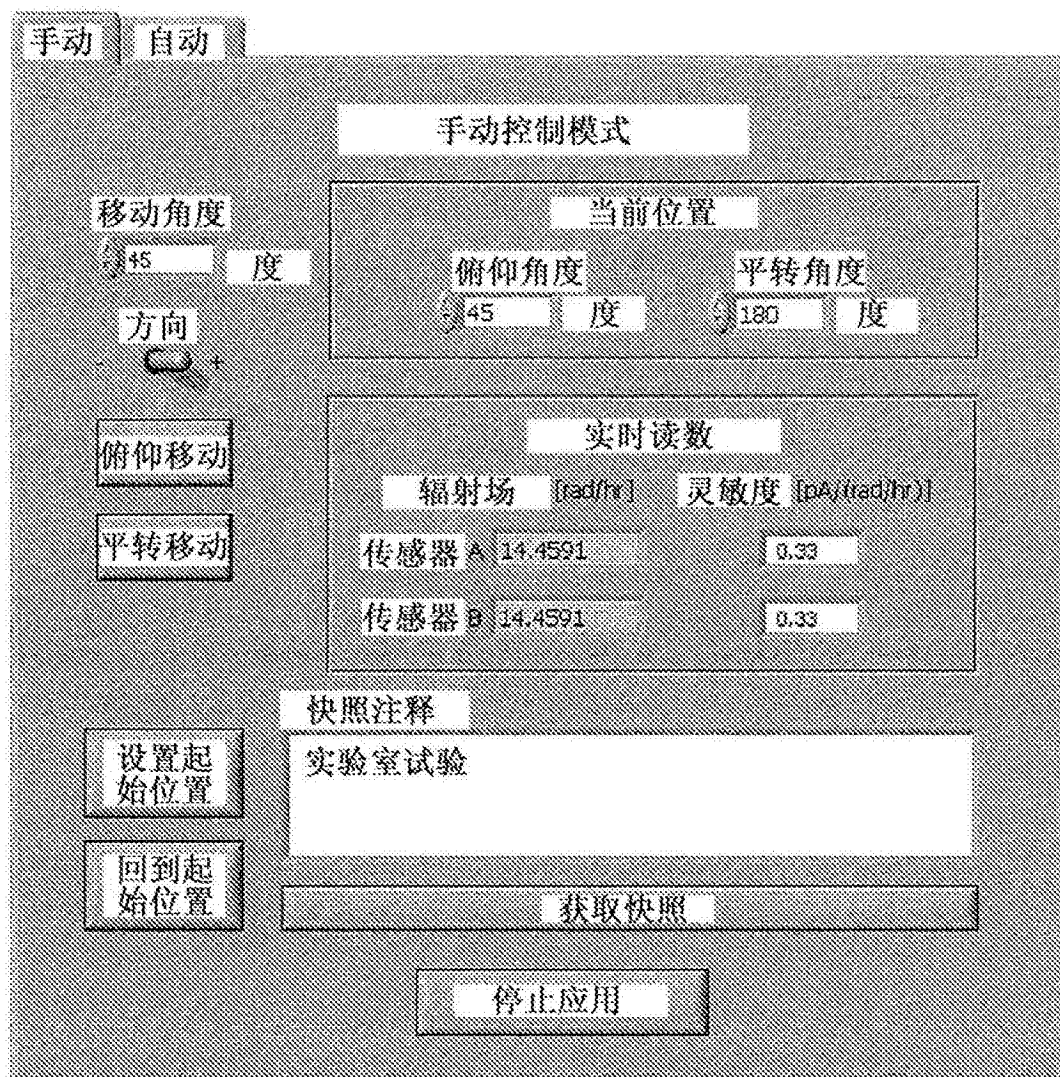


图9

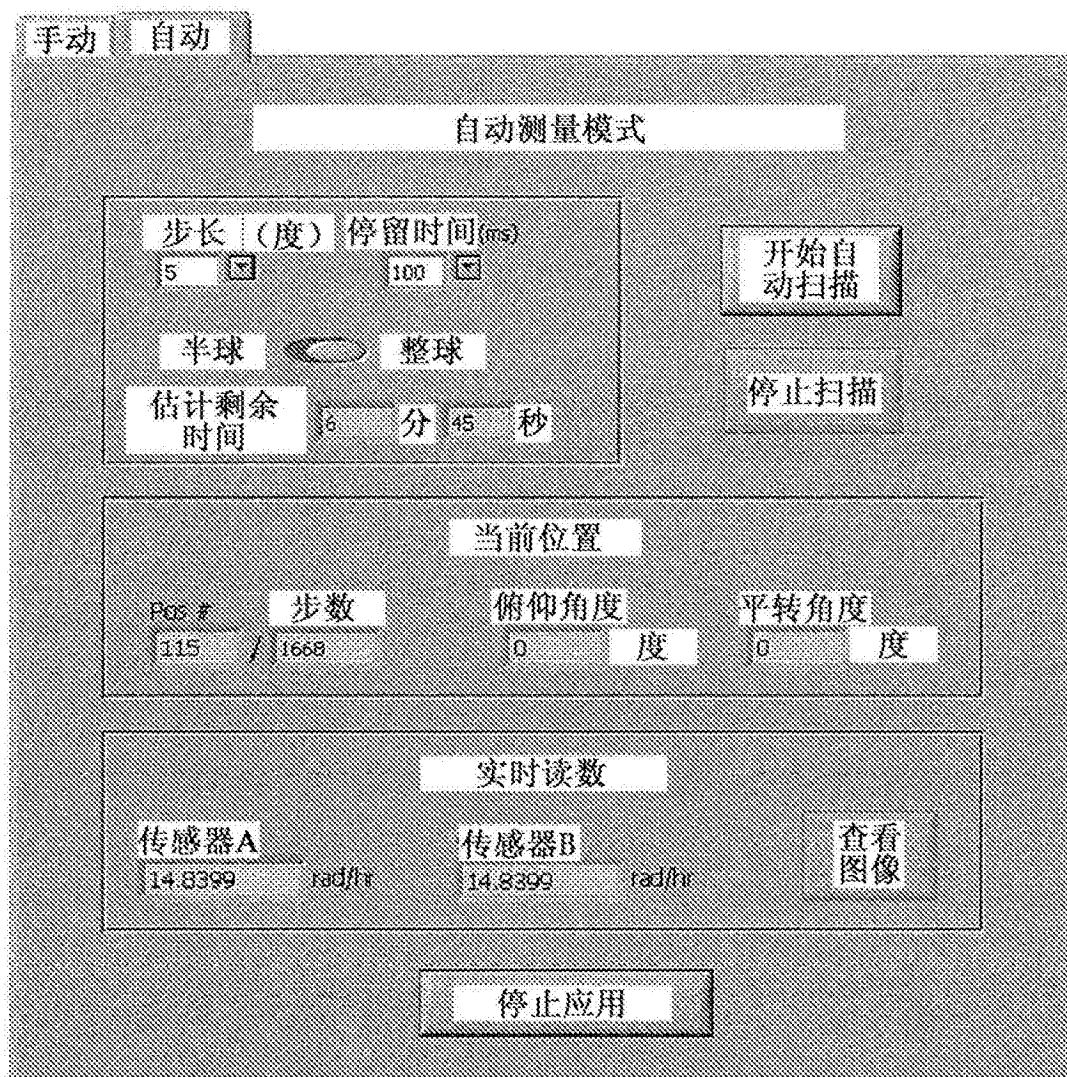


图10

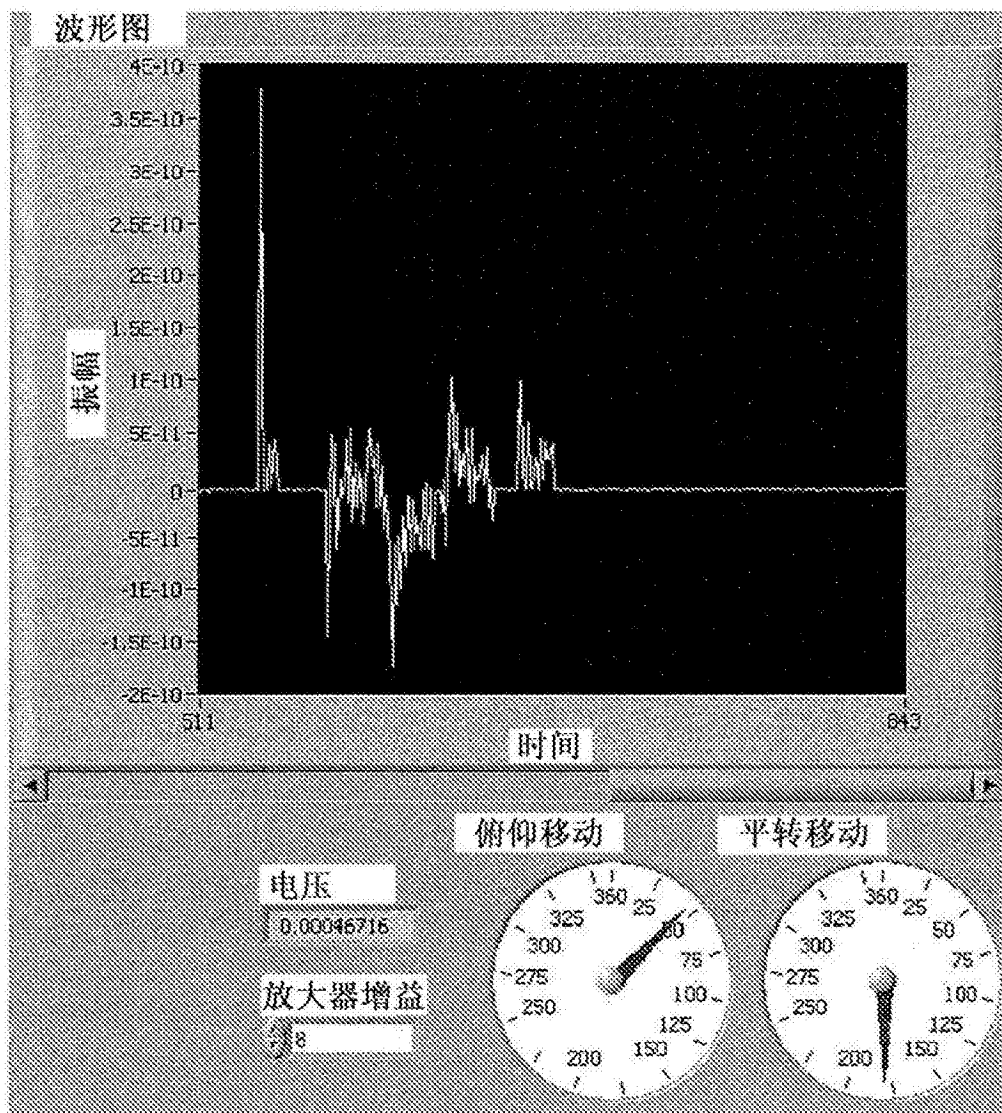
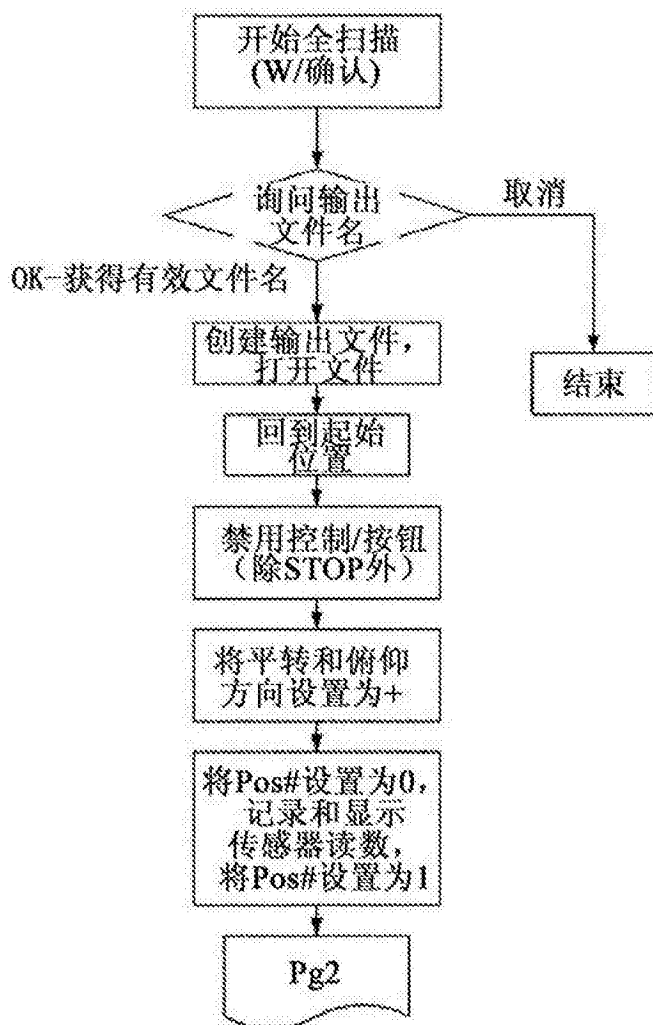


图11



注释

基本分辨率

1.8度/步

最大分辨率 (1/50步)

0.036 deg/step

PhiStep calculation:

$$\text{PhiStep} = 360 / \text{roundUp}[360 * \sin(\text{Tilt Angle}) / \text{StepSize}]$$

图12A

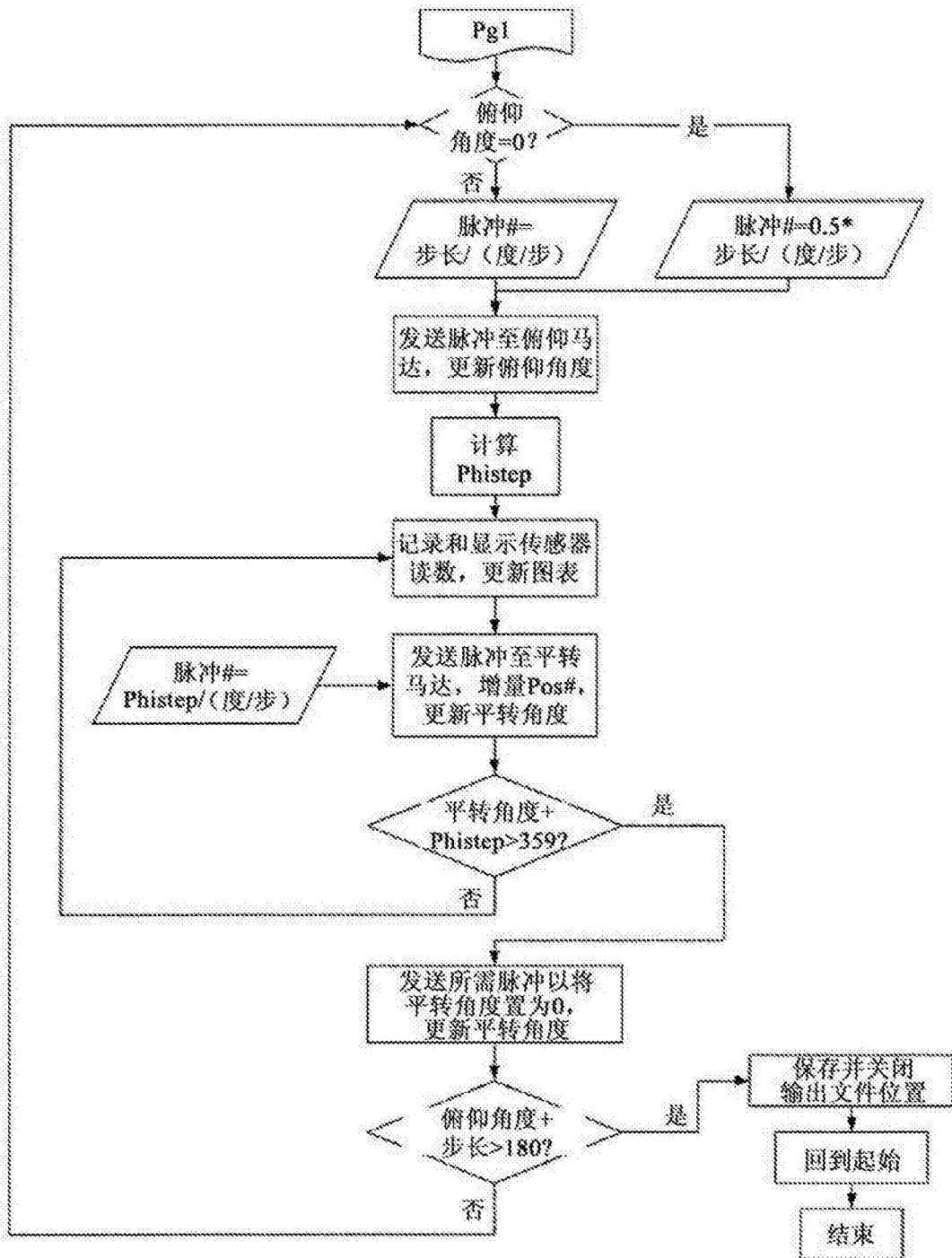


图12B