[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G01S 5/16
G01S 17/87

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98801407.6

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1141599C

[22] 申请日 1998.9.28 [21] 申请号 98801407.6
[30] 优先权
[32] 1997. 9.26 [33] US [31] 08/938,098
[86] 国际申请 PCT/CA98/00911 1998.9.28
[87] 国际公布 WO99/17133 英 1999.4.8
[85] 进入国家阶段日期 1999.5.24
[71] 专利权人 北方数字股份有限公司
地址 加拿大安大略省
[72] 发明人 S·E·莱斯
审查员 吴兴华

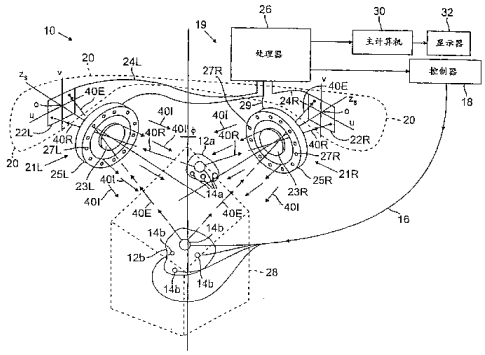
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 张政权

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称 用于确定目标的空间位置的系统

[57] 摘要

一种用于确定目标的空间位置的系统，该系统具有响应于有源信号而发出能量的有源目标以及适用于反射从可激活的能量源射到无源目标上的能量的无源目标。 提供了用于检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量的公共检测器。 提供了响应于公共检测器检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置的公共处理器。 在一传感器循环期间确定有源目标的空间位置，在一传感器循环期间确定无源目标的位置。 该系统还能确定附加有有源目标的刚体和/或附加有无源目标的另一个刚体和/或附加有有源和无源目标的物体的空间位置和角度方位。



ISSN1008-4274

1. 一种用于确定目标的空间位置的系统，其特征在于包括：

响应于有源信号而发出能量的有源目标；

适用于反射射到此无源目标上的能量的无源目标；

被定位以把能量射到此无源目标上的有源能量源；

公共能量检测器，用于检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量；以及

公共处理器，响应于公共检测器在确定有源目标的空间位置的传感器循环期间以及在确定无源目标的位置的传感器循环期间检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于处理器适用于把多个第一所述传感器循环与多个第二所述传感器循环交替。

3. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于第一和第二所述传感器循环是相同的传感器循环。

4. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于处理器适用于把多个第一所述传感器循环与多个第二所述传感器循环交替，或者在单个传感器循环期间进行同步操作。

5. 一种用于确定目标的空间位置的方法，其特征在于包括：

把无源目标附加到一物体；

把有源目标附加到一物体；

以公共能量检测器来检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量；

响应于公共检测器在确定有源目标的空间位置的传感器循环期间以及在确定无源目标的位置的传感器循环期间检测到的能量，以公共处理器来确定无源和有源目标的空间位置。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于处理器把多个第一所述传感器循环与多个第二所述传感器循环交替。

7. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于第一和第二所述传感器循环是相同的传感器循环。

8. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于多个第一所述传感器循环与多个

第二所述传感器循环交替，或者第一和第二循环是相同的。

9. 一种用于确定物体的空间位置和角度方位的方法，其特征在于包括：

把多个无源目标附加到物体中的一个；

把多个有源目标附加到物体中的另一个；

以公共能量检测器来检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量；

响应于公共检测器在确定有源目标的空间位置的传感器循环期间以及在确定无源目标的位置的传感器循环期间检测到的能量，以公共处理器来确定无源和有源目标的空间位置。

10. 一种用于确定物体的空间位置的方法，其特征在于包括：

把无源目标和有源目标附加到该物体；

以公共能量检测器来检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量；

响应于公共检测器在确定有源目标的空间位置的传感器循环期间以及在确定无源目标的位置的传感器循环期间检测到的能量，以公共处理器来确定无源和有源目标的空间位置。

用于确定目标的空间位置的系统

技术领域

本发明涉及用于确定目标的空间位置的系统，尤其涉及适用于确定有源和无源目标的空间位置的系统。尤其是，本发明涉及适用于确定安装有有源目标的物体以及安装有无源目标的物体的空间位置和角度方位(angular orientation)的系统。

背景技术

本领域内公知可用于确定物体的空间位置和角度方位的系统。一个这样的系统包括作为附加到物体的点标志(marker)或目标的无源后向反射器(retro-reflector)，第二系统包括作为附加的点标志或目标的有源辐射体(radiating emitter)。这两种技术都通过把高对比度目标的图像投射到隔开的传感器并使用数学处理来确定点目标中每一个的三维坐标来进行操作。然后，把这些三维坐标(即，3D)用作离散的点，或可把它们看作其几何布局已知的一组点，从而可相对于以空间中的预选点为中心的三维坐标系(通常位于相对传感器固定的点处)来确定物体在空间中的位置和角度方位(即，六个自由度：x、y 和 z 位置以及倾斜(pitch)、偏转(yaw)和转动角度方位)。

有源和无源目标都通过把高对比度目标的图像投射到隔开的传感器来进行操作，它们使用数学处理来确定每一个目标相对于三维坐标系的空间位置，该坐标系的原点位于空间中的预选点，通常在一相对于传感器固定的点。可在许多应用中使用目标的空间位置。例如，可把几个离散的目标附加到人体对象上的有关点。然后，人体目标可进行一系列动作，系统在同时确定附加到人体目标的各目标中每一个的空间位置数据。这些数据可以用图表显示出来，和/或被收集和保存起来以进行多种应用。这些数据的一个用途是为进行医学评估或诊断对象移动的医学专家提供信息。所收集数据的另一个用途是把它们传送到计算机动画软件包，以在动画角色中产生相当于人体对象的移动的移动。在另一个例子中，可把两个或多个目标刚性地附加到具有已知几何布局的物体上。然后，系统把刚性地附加的目标看作导致确定物体空间位置的组以及在使用两个目标的情况下的物

体的矢量角或者在使用三个或多个目标的情况下的物体的角度方位。确定一物体的空间位置以及矢量角或角度方位有几个用途。例如，可从物体中形成指示装置，从而该指示装置的末梢处于相对于目标的已知位置。可把这种指示装置在可逆工程设计(reverse engineering)应用中用作手提的数字化指示器。操作人员把此指示物体移至被制造的元件上的各种已知位置，通过分析所确定的指示装置的末梢位置来确定制造工艺。

在一发射目标(即，有源目标)系统中，使用多个电荷耦合器件(CCD)传感器来检测目标发出的能量。在每一个传感器循环给单个点目标供能以使它发出红外能量。在每个传感器循环期间，收集(即，积分(integrate))集中在传感器上的发射能量，并把该能量转移到传感器处理电路。为了确定目标的 3D 位置，必须在至少三个传感器轴(即，最少覆盖 3 个正交平面)上对目标进行检测。使用发射目标的系统有许多优点，包括在传感器上产生高对比度的图像，控制每个目标的激活以提供积极且自动的目标识别，并且可使用高速线性传感器。然而，这些系统被设计成只以有源点目标进行工作。

在一后向反射目标(即，无源目标)系统中，对能量源进行供能以使它沿后向反射目标的总方向发出红外能量。然后，使用多个 CCD 传感器来检测目标所反射的能量。在每个传感器循环期间，收集(即，积分)集中在传感器上的反射能量，并把该能量转移到传感器处理电路。为了确定目标的 3D 位置，必须在至少三个传感器轴(即，最少覆盖 3 个正交平面)上对目标进行检测。后向反射目标系统有许多优点，包括可使用无线目标并能使用便宜的低速区域阵列(area array)传感器。然而，把这些系统设计成只以无源点目标进行工作。

在某些应用中，诸如在相对于病人来跟踪仪器状态的图像指导的外科程序中，把有源目标附加到某些外科仪器，而无源目标附加到其它外科仪器。于是，当外科医生在进行需要具有无源目标的仪器的手术中的一个程序时，他使用这些仪器及其传感器、处理器和显示器。一旦进行此程序且外科医生需要具有无源目标的仪器，他就使用这些仪器及其传感器、处理器和显示器。

发明内容

依据本发明，提供了用于确定目标的空间位置的系统，该系统具有响应于激活信号而发出能量的有源目标以及适用于反射从可激活的能量源射到无源目标

上的能量的无源目标。提供了用于检测有源目标发出的能量和无源目标反射的能量的公共检测器。提供了响应于公共检测器检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置的公共处理器。在一传感器循环期间确定有源目标的空间位置，在一传感器循环期间确定无源目标的位置。这些传感器循环可以是交替的，或者传感器循环可以是相同的，以在单个传感器循环期间对有源目标和无源目标进行同步检测。

依据本发明的另一个特征，提供了用于确定附加有有源目标的刚体和/或附加有无源目标的刚体和/或附加有无源目标和有源目标的刚体的空间位置和角度方位的系统。有源和无源目标以相对于物体的几何形状的已知及固定的相互关系附加到其各自的刚体。提供了有源检测由附加到一物体的有源目标发出的能量、由附加到另一物体的无源目标反射的能量或从有源目标发出的能量和由无源目标(该有源目标和无源目标附加到同一刚体)反射的能量的公共能量检测器。提供了响应于公共检测器检测到的能量来确定物体的空间位置的公共处理器。在一传感器循环期间，确定有源目标的空间位置，在一传感器期间，确定无源目标的位置。这些传感器循环可以是交替的，或者传感器循环可以是相同的，以在单个传感器循环期间对有源目标和无源目标进行同步检测。

依据本发明的另一个方面，提供了用于描绘具有有源和无源目标的物体的确定空间方位和位置的显示器。

由此配置，使用用于有源和无源目标的公共检测器使得公共处理器能使用相同的处理步骤来确定附加有有源和无源目标的物体的空间方位。此外，在外科环境中，外科医生具有适用于以有源和无源目标进行手术的系统，从而他能在公共显示器上观看附加有有源目标的仪器和/或附加有无源目标的仪器和/或附加有有源和无源目标的物体。

附图概述

参考以下描述并结合附图将使本发明的其它特征变得更加明显起来，其中：

图 1 是依据本发明用于确定一对刚体的空间位置和方位的系统的方框图；

图 2 和 3 是图 1 的系统的示意图；

图 4 是用于理解图 1-3 的系统中所使用的示例无源目标的后向反射特性的图；

图 5A-5D 是示出图 1-3 的系统的各自操作模式的时序图，图 5A 示出单一有源模式，图 5B 示出单一无源模式，图 5C 示出交替的有源-无源模式，图 5D 示出同步的有源-无源模式；

图 6 是在图 1 中所使用的显示器的示意图，该显示器示出一对目标，以附加有有源目标的物体获得的该物体的空间方位和位置，以附加有无源目标的物体获得的该物体的空间方位和位置；以及

图 7 示出附加有有源和无源目标的物体，这些目标可被图 1 的系统来检测。

本发明的较佳实施方式

现在参考图 1，提供了用于确定一对刚体 12a、12b 中任一个或这两者的空间位置和方位的系统 10。这里，刚体 12a、12b 是不同的外科仪器。这里，刚体 12a 附加有多个无源后向反射点目标 14a，在这为四个。这里，每个能量后向反射目标 14a 包括可附加到物体 12a 并以本领域内可获得且公知的后向反射材料所覆盖的球。如本领域内所公知的，也可使用可获得的其它类型的能量后向反射目标，诸如可附加到物体 12a 且被可获得的后向反射材料所覆盖的扁平圆盘。以相对于物体 12a 的几何形状的已知及固定的相互关系把目标 14a 附加到物体 12a。

这里，刚体 12b 附加有多个有源点目标 14b。以相对于物体 12b 的几何形状的已知及固定的相互关系把目标 14b 附加到物体 12b。如图所示，经由电缆 16 把有源目标 14b 馈送到控制器 18。这里，能量发射目标 14b 包括红外能量发射二极管，该二极管在控制器 18 经由电缆 16 向其馈送电能而对其供能时，发出红外光能量。这些红外能量发射二极管在本领域内是可获得的和公知的。

再参考图 2，提供了用于检测由附加到物体 12b 的有源目标 14b 所发出的能量和由附加到另一个物体 12a 的无源目标 14a 所反射的能量的公共能量检测系统 20。公共检测器系统 20 包括一对隔开的传感器组件 21L 和 21R。传感器组件 21L 和 21R 中的每一个分别包括：这里的两个两维的电荷耦合器件(CCD)传感器 22L、22R(图 1 和 3)；环形安装环 25L、25R；如图所示，分别安装在环形安装环 25L、25R 的中心的聚焦透镜 23L、23R；以及如图所示，安装到各个环形安装环 25L、25R 的多个发光二极管 27L、27R。

每个传感器组件 21R 和 21L 具有与其有关定向红外能量源(即，各个发光二极管 27L、27R)对准的它自己的 u、v、z_s 坐标系。二极管 27L、27R 绕每个传感器

组件 21R 和 21L 的 z_s 轴的周围均匀分布。由处理器部分 19 对多个红外发射二极管 27L、27R 提供电能。处理器部分 19 包括处理器 26、主计算机 30、显示器 32 和控制器 18。处理器 26 经由线 29 上的信号对二极管 27L、27R 供能，多个红外发射二极管 27L、27R 进行操作来产生红外能量的入射定向能量束 40I(图 4)，其传播方向指向相应于与该定向红外能量源相连的每个传感器组件 22L、22R 的 z_s 轴的定向轴。定向红外能量源所产生的入射定向能量束具有相应于其相连传感器 22L、22R 的立体视野的尺寸、形状和强度，且足以在整个测量体积 28(图 1)上提供入射定向能量束。

每个传感器组件 21L、21R 能在线 24L、24R 上分别产生输出信号，这些信号代表集中在这些组件上的能量强度。在每个传感器循环期间，收集(即，积分)集中在其上的能量，然后把该能量转移到处理器 26。这里，传感器组件 21L 和 21R 被安装到固定的基准，且相互分开预定的距离 D(图 2)，在这里为 500mm。这里，每个传感器组件 21L、21R 具有足以观察以离开原点(它位于透镜 23L 和 23R 的中间)近似于 1.9m 处的 z 轴为中心的近似于 $1m^3$ 的公共测量体积 28 的视野。

如上所述，为了分别在与传感器自己 21R、21L 相连的透镜 23L、23R 上分别产生来自目标 14b、14a 的发射或反射能量的聚焦能量图像，每个传感器组件 21R 和 21L 分别具有其自己的相关透镜 23L、23R，这些透镜用于聚焦从能量后向反射目标 14a 反射的能量和从能量发射目标 14b 发出的能量。

耦合到传感器 22R 和 22L 的处理器 26 确定每个传感器 22R 和 22L 上的聚焦能量图像的两维 u、v 位置。然后，使用每个传感器 22R 和 22L 上同一目标 14a、14b 的聚焦能量图像的 u、v 位置来进行本领域内公知的数学计算，这些计算包括把聚焦能量图像的 u、v 位置与相对于公共固定 x、y、z 坐标系的原点的已知空间位置的数据集合相比较，以确定目标 14a、14b 相对于公共坐标系的空间位置。处理器 26 耦合到主计算机 30，以便把目标 14a、14b 的空间位置显示在显示器 32 上，或者进一步被主计算机 30 处理。如上所述，处理器 26 耦合到定向红外能量源 27L、27R，以便使处理部分 19 可在能量反射目标检测模式期间的适当时间激活定向红外能量源 27R 和 27L。还把处理器 26 耦合到控制器 18，以便使处理器 26 可指令控制器 18 在能量发射目标检测模式期间以所需的方式激活能量发射目标 14b。于是，系统 10 有两种操作模式：有源模式(即，目标 14b 的发射模式)；以及无源模式(即，目标 14a 的反射模式)。可以结合图 5A-5D 详细描述的方式来

进行这两种模式。然而，在这里足以这么说，处理器部分 19 是两种模式的公共处理器，且它适用于响应由公共检测器(即，传感器 22R 和 22L)在一系列传感器循环期间检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置。在传感器循环的第一部分期间确定有源目标的空间位置，并在这些循环的第二部分期间确定无源目标的位置。第一部分中的传感器循环可与第二部分中的传感器循环交替，或者第一和第二部分中的循环可以重叠以在单个传感器循环期间对有源目标和无源目标进行同步确定。注意，可以在单个传感器循环中确定有源目标或无源目标的位置。于是，用于有源目标的传感器循环的处理例如可与用于无源目标的传感器循环的处理交替。此外，可发生单个有源目标传感器循环，接着是一个或多个无源目标传感器循环的处理。即，有源和无源循环可以交替。此外，传感器循环可以是相同的，以在单个传感器循环期间对有源目标和无源目标进行同步检测。

于是，提供了用于控制器能量发射目标 14b 的激活的控制器 18。尤其是，控制器 18 被耦合到一个或单个能量发射目标 14b，且在接收到来自处理器 26 的适当信号时，控制器能以 1996 年 2 月 20 日提交的名为“System for Determining the Spatial Position and Angular Orientation of an Object”的 08/603,791 号审查中专利申请中所述的方式，以处理器 26 所指定的顺序单独地激活一个或多个能量发射目标 14b(所有的都在同时)，或者以处理器 26 所指定的子集来激活一个或多个能量发射目标 14b，在这里通过引用而引入该申请的全部内容。

系统 10 以多个操作模式中被用户选中的一个方式进行操作。将结合图 5A-5D 来详细地描述这些方式。当处理器 26 以能量反射目标模式进行操作时，处理器 26 激活每个定向红外能量源 27L、27R。响应于这种电能的传递，红外发射二极管 27L、27R 发出能量(在这里为红外能量)，此能量组合了传播方向指向相应于传感器组件 22L、22R 的 z_s 轴的定向轴的入射定向能量束。位于测量体积内的能量后向反射目标 14a 进行操作来后向反射入射定向能量束。再参考图 1，后向反射能量目标 14a 反射来自定向红外能量源 27L 或 27R 的入射定向能量束 40I，从而以平行于入射定向能量束 40I 但与传播方向(与简单反射相反，从而如本领域内所公知的，如此反射能量，从而入射能量辐射线与反射所述入射能量辐射线的表面上的点的法线之间的角度等于所反射的能量辐射线与反射点的所述法线之间的角度)相反的方式来反射大部分后向反射能量 40R。本发明中所使用的后向反射在本领域内是公知的。例如，由定向红外能量源 27L 发出的并作用于能量后向

反射目标 14a 上的入射定向能量束 40I 将导致反射的定向能量束 40R，其传播方向只朝向透镜 23L、传感器 22L，反射的定向能量束 40R 不向透镜 23R 和传感器 22R 传播。同样，由定向红外能量源 27R 发出的并作用于能量后向反射目标 14a 的入射定向能量束 40I 将导致反射的定向能量束 40R,其传播方向只朝向透镜 23R 和传感器 22R，反射的定向能量束 40R 不向透镜 23L 和传感器 22L 传播。因此，反射的定向能量束 40 只向它产生的方向传播。于是，在能量最初由定向红外能量源 27R 所产生的情况下，反射的定向能量束 40R 将由透镜 23R 来收集并由透镜 23R 聚焦到传感器 22R 上。

在无源目标操作模式下，定向红外能量源 27L、27R 由处理器 26 激活。当后向反射目标 14a 在空间中如此定位从而它位于定向红外能量源的定向光束(从而被所述定向能量源照亮)以及 CCD 传感器 22L、22R 的视野内时，由后向反射目标 14a 通过透镜 23L、23R 来后向反射回定向红外能量，这两个透镜 23L、23R 把能量图像分别聚焦在 CCD 传感器 22L、22R 上。于是，通过透镜 23L、23R 来分别收集由位于 CCD 传感器 22L、22R 的视野中的位于目标 14a 所后向反射的红外能量，这两个透镜 23L、23R 把能量图像分别聚焦在 CCD 传感器 22L、22R 上。

在有源目标模式期间，由发射目标控制器 18 来激活红外能量发射目标 14b，从而使发射目标 14b 发射红外能量。分别通过透镜 23L、23R 来收集位于 CCD 传感器 22L、22R 的视野中的发射目标 14b 发出的红外能量，这两个透镜 23L、23R 把能量图像分别聚焦在 CCD 传感器 22L、22R 上。

在有源目标模式或无源目标模式下，在传感器 22L、22R 的每个循环期间，把能量图像移出两维 CCD 传感器 22L、22R 而移入处理器 26。对处理器 26 进行编程来确定能量焦点图像的位置。于是，处理器 26 对有源目标模式和无源目标模式使用相同的处理来确定每个目标 12a、12b 的空间位置。

参考图 5A-5D，示出各自操作方式。在图 5A 中示出一个方式(即，单一有源(active only)方式)。这里，在一系列传感器循环的每个循环期间，经由线 16 上的脉冲只激活目标 14b。在图 5B 中示出另一个方式(即,单一无源(passive only)方式)。这里，在一系列传感器循环的每个循环期间，经由线 29 上的脉冲只激活源 27L、27R。图 5C 中示出再一个方式(即，交替方式)。这里，以线 29 上的脉冲来激活源 27L、27R 和激活目标 14b 与以线 16 上的脉冲激活目标 14b 交替。因而，在这里，公共处理器响应于公共检测器在一系列交替的有源-无源传感器循环中

检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置。图 5D 中示出又一个方式(即，同步方式)。这里，在一系列传感器循环的每个循环期间，以线 29 上的脉冲来激活源 27L、27R 和激活目标 14b 与以线 16 上的脉冲进行如此激活目标 14b 同步。因而，在这里，公共处理器响应于公共检测器在一系列同步有源-无源循环中的每个循环期间检测到的能量来确定无源和有源目标的空间位置。

于是，从图 5C 和 5C 中可注意到，在传感器循环的第一部分期间确定有源目标的空间位置，在此循环的第二部分期间确定无源目标的位置。如图 5C 所示，第一部分中的传感器循环可与第二部分中的传感器循环交替，或者，如图 5D 所示，第一和第二部分中的循环可重叠以在一系列单个传感器循环的每个循环期间对有源目标和无源目标进行同步确定。

从以上还可注意到，使用用于有源和无源目标的公共检测器使得公共处理器在确定附加到物体的有源和无源目标的空间方位时使用相同的处理步骤。

由处理器 26 把目标 14a 和目标 14b 中每一个的位置传给主计算机 20。可对计算机 30 进行编程，以允许如图 6 所示同时显示物体 12a 和物体 12b。或者，可存储来自计算机的信息以备今后显示和/或进一步处理。

因而，系统 10 包括：单个或多个可激活的发射点目标 14b，它们最好是可附加到物体 12b 的红外发射目标点；和/或单个或多个后向反射点目标，它们最好是可附加到物体 12a 的高反射后向反射目标；传感器部分 20，它最好是一对红外探测两维阵列的 CCD 传感器，用于提供代表传感器从发射点目标 14b 和后向反射点目标 14a 中的任一个或这两者收集到的能量的位置信息的信号；响应于传感器部分 20 所产生的信号的处理部分 19(它包括处理器 26(最好是微处理器)、控制器 18 和主计算机 30)。对处理部分 19 进行编程来确定有源点目标 14b 和/或无源点目标 14a 的位置，确定点目标 14a、14b 的空间位置或者(任选地)物体 12a 和/或 12b 的空间位置和方位。系统 10 包括：能量源，最好是相对于传感器 22L、22R 固定的多个定向红外发射体 27L、27R，它们最好分别包围作为组件 21L、21R 的传感器对中的每一个 22L、22R，其中发射体的定向光束将照亮传感器 22L、22R 的视野，通过把所述定向光束指向沿着相应于垂直投射到两维阵列 CCD 传感器 22L、22R 的区域重心的轴的轴，从而以红外能量包围该视野。可控制发射体 27L、27R 根据上述处理器部分 19 的指示而激活。控制器 18 用于顺序控制和根据处理器部分 19 的指示激活多个发射点目标 14b。

参考图 7，示出物体 12c 具有适用于被处理器部分 19 检测和处理的有源和无源目标的组合。还可注意到，可使用无源和有源目标以及物体的各种组合，包括单个无源和/或有源目标。

其它实施例也在本发明的精神和范围内。例如，虽然为了进行 6D 位置和角度方位确定，需要确定至少三个点目标 14a、14b 的位置，但如果只想要确定少于六个的自由度(即，物体 12a、12b 的位置及沿这两个物体的矢量)，则只需要确定分别位于每个物体 12a、12b 上的两个目标 14a、14b 的位置。此外，虽然上述传感器部分 20 包括一对隔开的 2D 传感器 22L、22R，但此传感器部分 20 可包括其它传感器配置。例如，传感器部分 20 可包括单个 2D 传感器、一对线性传感器或传感器的其它适当的配置。

例如，虽然示出各个点目标，在这里有 4 个后向反射点目标 14a 和 4 个发射点目标 14b，但可以 2 个或多个后向反射目标 14a 或者 2 个或多个有源发射点目标 14b，或者 1 个或多个每个后向反射目标 14a 与有源发射目标 14b 的组合来确定刚体的位置及沿刚体的角度。此外，虽然这里示出确定刚体 12a、12b 的位置和方位，但如果只想要确定物体 12a 或 12b 的位置，则可以单个后向反射目标 14a 或单个有源发射目标 14b 来进行确定。此外，虽然这里的位置传感器系统 10 使用一对两维图像传感器 22L、22R，但通过使用所述目标的相对位置和物体位置的初始估计的知识，也可使用单个两维图像传感器或两个一维图像传感器(它可以 3 个或多个目标来确定物体的位置和方位)来获得数学处理。此外，虽然这里的传感器系统 10 使用一对两维图像传感器 22L、22R，但使用 N(这里 N 为 2 或更大)个两维图像传感器或 M(这里 M 为 3 或更大)个一维图像传感器(它可确定目标的位置)的数学处理也可供使用。这里，位置传感器系统 10 使用固定于相对位置和方位的一对两维图像传感器 11，但它可具有不必使用前重新定位的图像传感器，在跟踪点目标(它们将确定两维图像传感器的相对位置和方位)前利用校准序列。

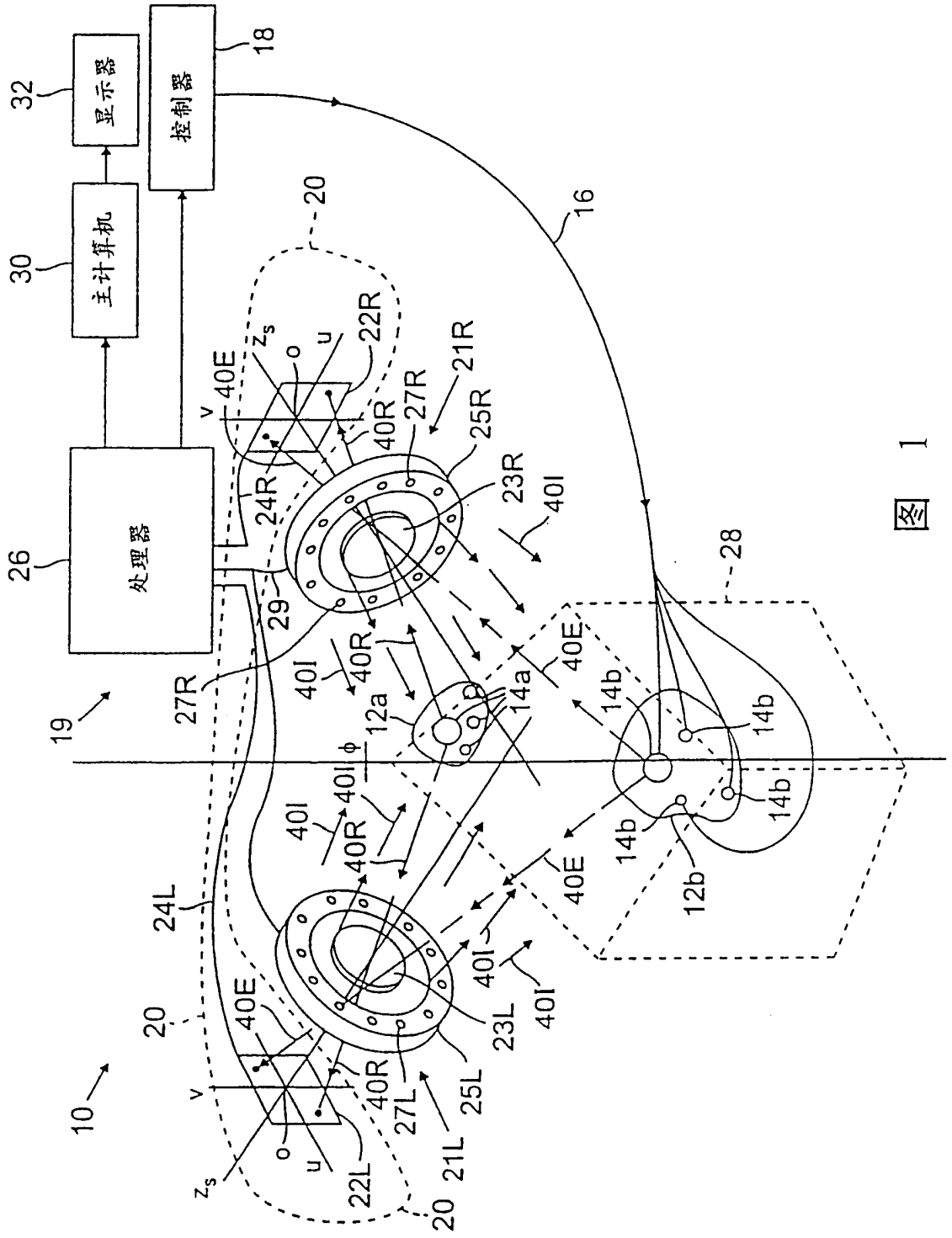

显示器
控制器
主计算机
处理器
32
18
30
26
16
20
19
28
10
22R
21R
27R
25R
23R
40E
40R
40I
24R
29
12a
14a
14b
12b
24L
23L
25L
27L
21L
22L
v
o
u
z_s
φ

图 1

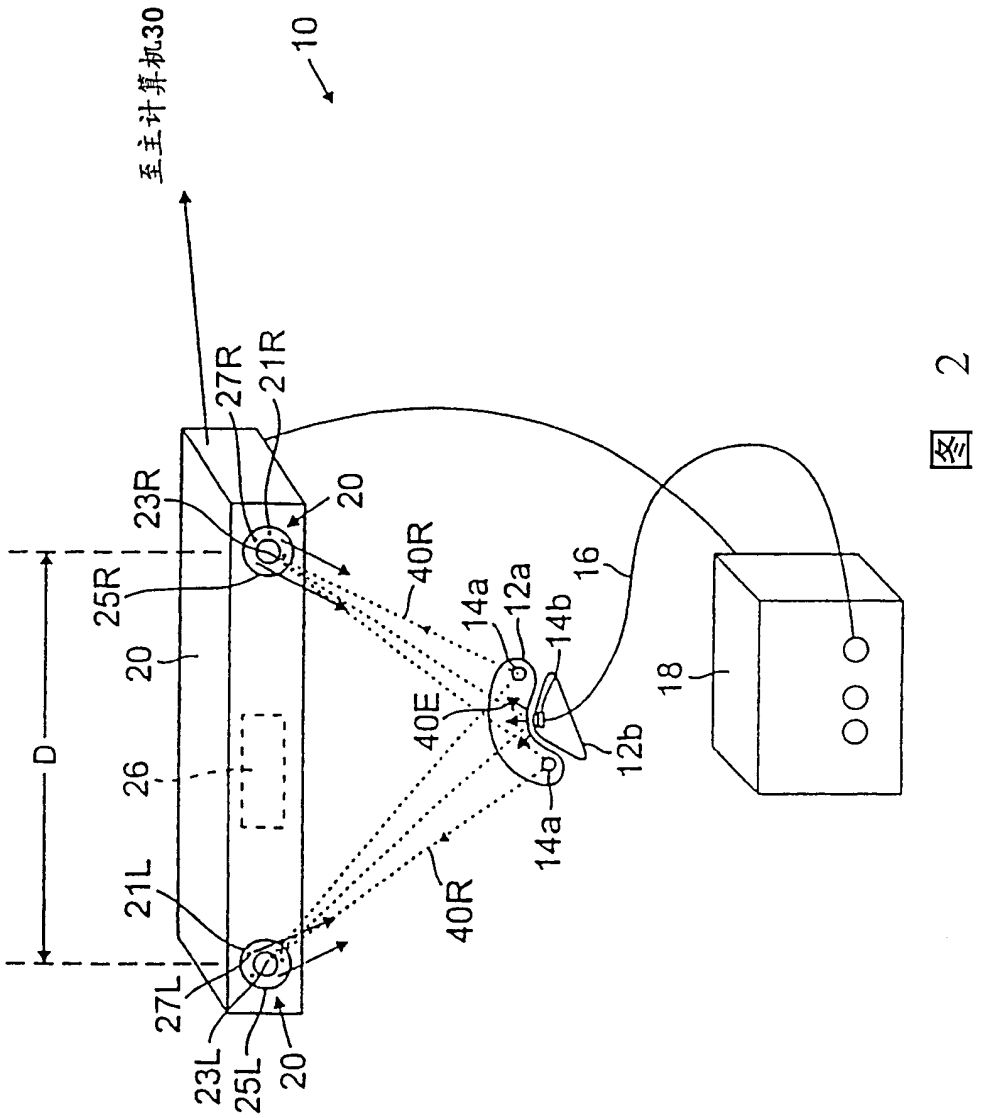

至主计算机30
10
27R
21R
23R
20
25R
40R
14a
12a
14b
16
20
40E
18
D
26
12b
14a
21L
40R
27L
23L
25L
20

图 2

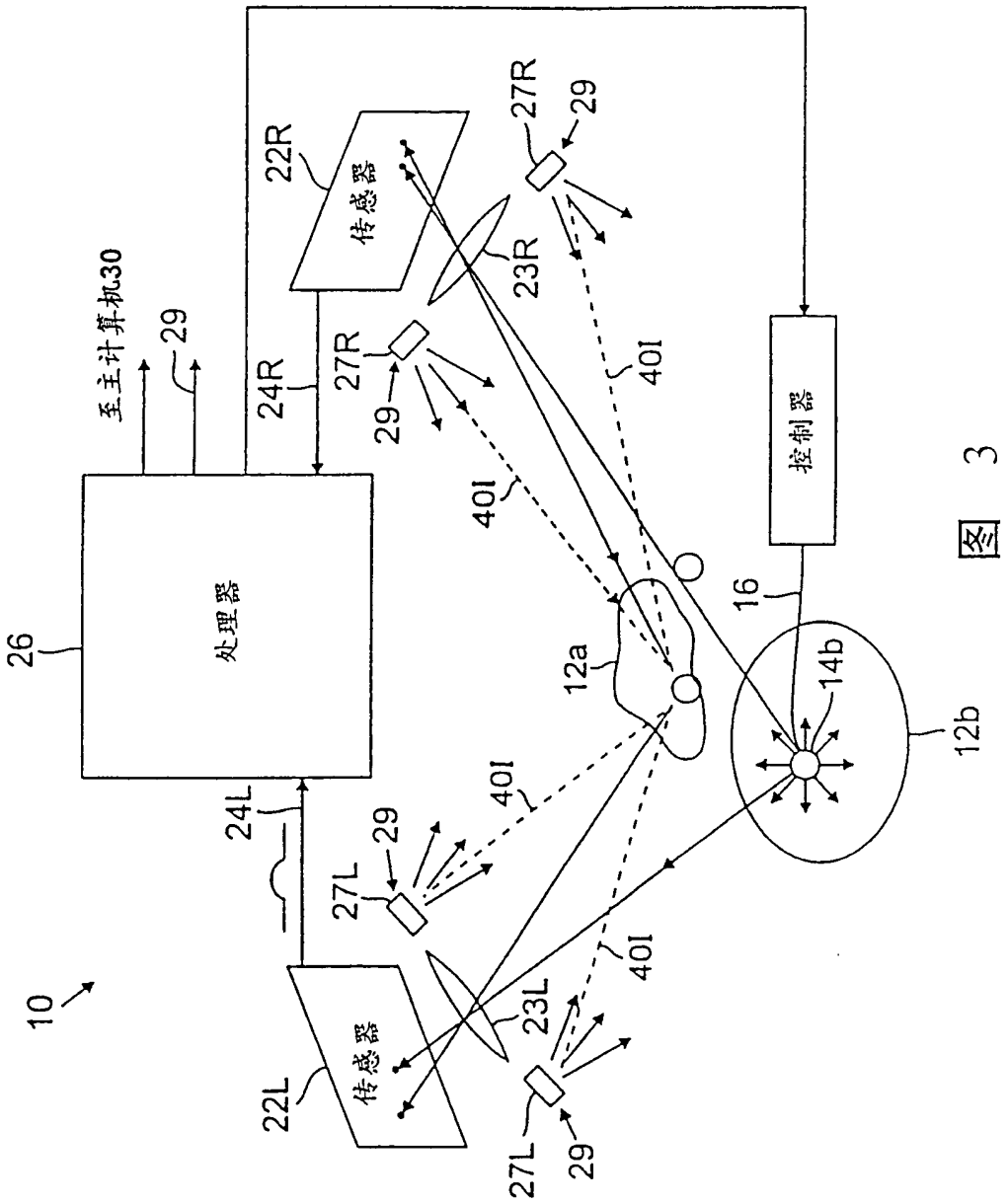

至主计算机30
29
22R
传感器
27R
29
23R
24R
27R
29
401
401
控制器
16
26
处理器
12a
14b
12b
24L
401
27L
29
401
23L
22L
传感器
27L
29
10

图 3

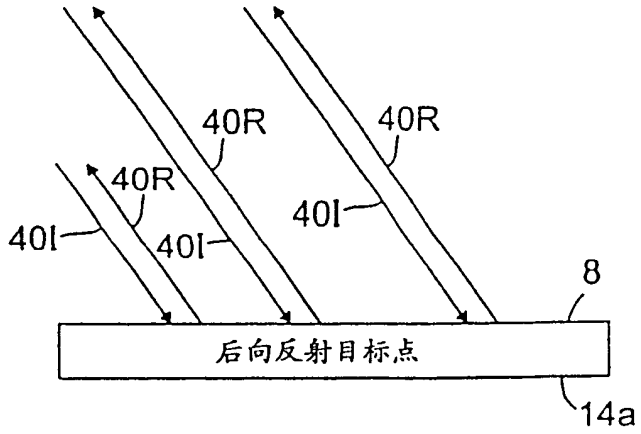

40R
40R
40R
40I
40I
40I
8
后向反射目标点
14a

图 4

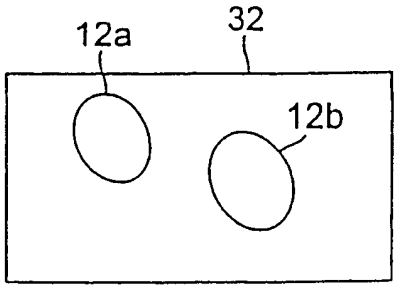

12a
32
12b

图 6

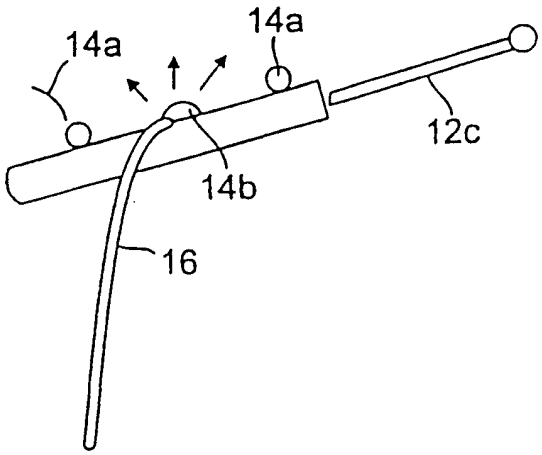

14a
14a
12c
14b
16

图 7

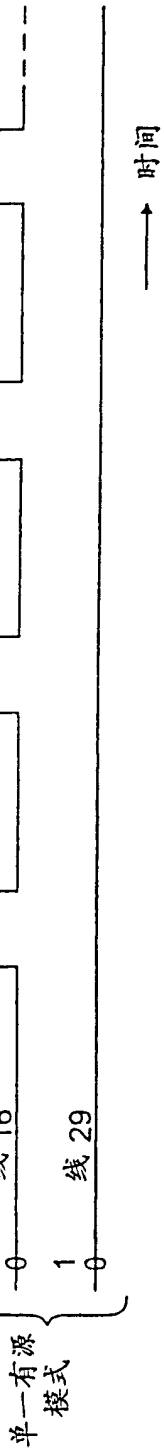

单一有源
模式
线 16
线 29
1
0
1
0
传感器
循环
传感器
循环
传感器
循环
时间

图 5A

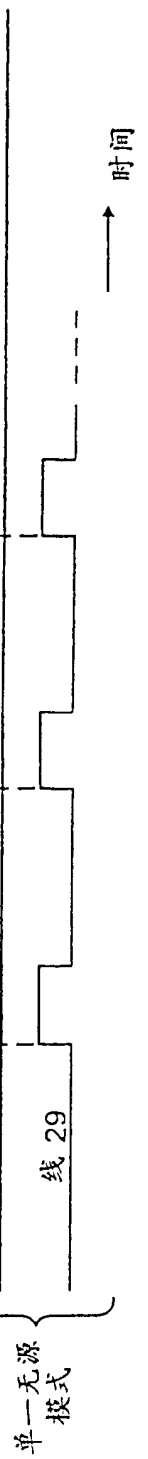

单一无源
模式
线 16
线 29
传感器
循环
传感器
循环
时间

图 5B

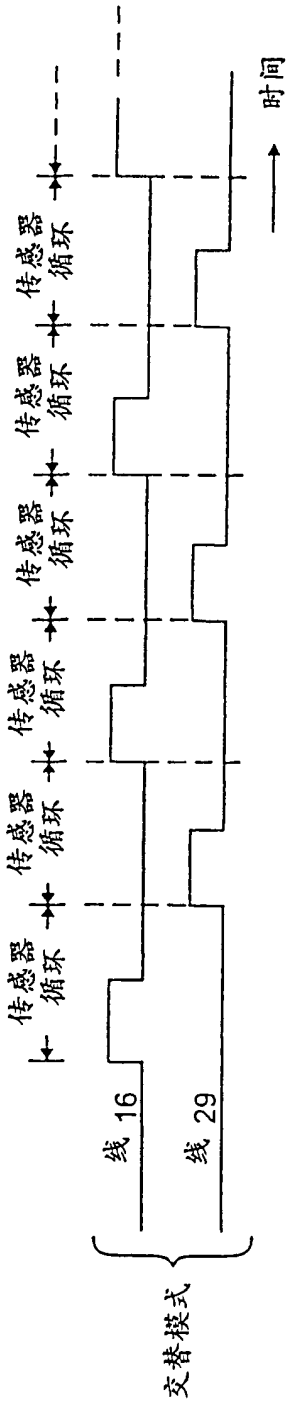

传感器循环
传感器循环
传感器循环
传感器循环
传感器循环
传感器循环
线 16
线 29
交替模式
时间

图 5C

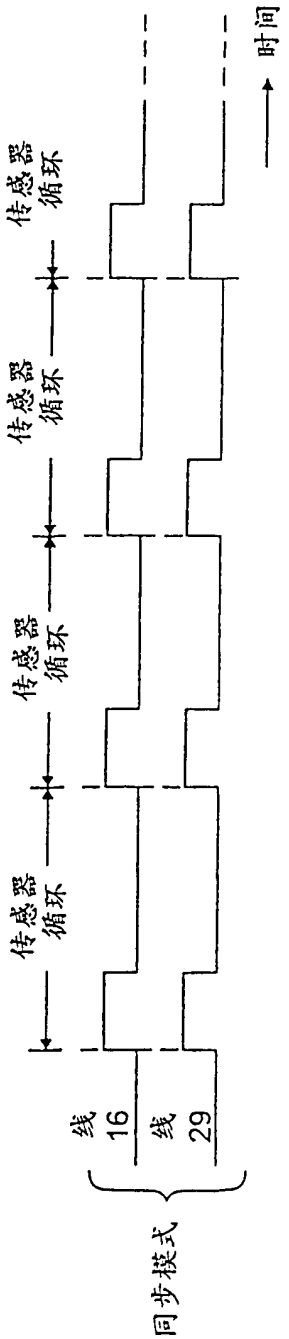

传感器循环
传感器循环
传感器循环
线 16
线 29
同步模式
时间

图 5D