



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03817891.5

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1672013A

[22] 申请日 2003.6.3 [21] 申请号 03817891.5

[30] 优先权

[32] 2002.7.25 [33] KR [31] 10-2002-0043830

[32] 2003.4.10 [33] KR [31] 10-2003-0022624

[86] 国际申请 PCT/KR2003/001087 2003.6.3

[87] 国际公布 WO2004/011876 英 2004.2.5

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.25

[71] 申请人 索卢申力士公司

地址 韩国汉城

[72] 发明人 张敏镐

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

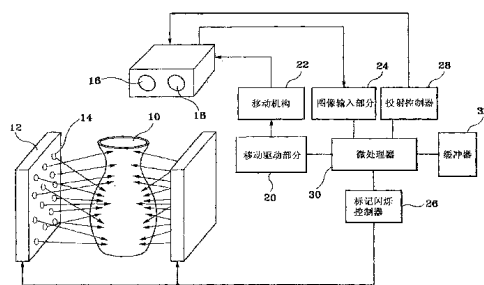
代理人 王学强

权利要求书 8 页 说明书 49 页 附图 36 页

[54] 发明名称 使用光学标记自动排列三维扫描数据的设备和方法

[57] 摘要

公开了一种使用光学标记自动地排列 3D 扫描数据的设备和方法,其中,采用非接触型标记以自动地排列 3D 数据,同时既不会丢失也不会损坏物体的被扫描部分。该设备使用光学标记用于自动地排列通过以不同的角度拍摄物体所获得的 3D 扫描数据,该设备包括:标记产生装置,用于将多个光学标记投射到物体表面上;图案投射装置,用于将图案投射在该物体的表面以获得该物体的 3D 扫描数据;图像获得装置,用于获得包括投射在该物体的表面上的该物体的 2D 图像数据,以及用于通过投射在该物体的表面上的图案获得该物体的 3D 扫描数据;以及控制装置,用于从该 2D 图像数据和 3D 扫描数据之间的关系计算标记的 3D 位置,并基于标记的 3D 位置计算该 3D 扫描数据的相对位置。



1. 一种使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备, 所述 3D 扫描数据通过以不同角度拍照物体而获得, 该设备包括:

- 5 标记产生装置, 用于将多个光学标记投射到所述物体表面上;
 图案投射装置, 为了获得物体的 3D 扫描数据而将图案投射到物体表面上;

- 图像获得装置, 用于获得所述物体的 2D 图像数据, 包括投射在该物体表面上的标记, 并用于通过投射在物体表面上的图案获得该物
10 体的 3D 扫描数据; 和

 控制装置, 用于从 2D 图像数据与 3D 扫描数据之间的关系计算标记的 3D 位置并基于标记的 3D 位置计算 3D 扫描数据的相对位置。

2. 权利要求 1 的设备, 其中所述图案投射装置和所述图像获得装置固定地集成在一起。

- 15 3. 权利要求 2 的设备, 进一步包括:

 由所述控制装置控制的移动驱动部分; 和

 移动机构, 其由所述移动驱动部分驱动, 以便相对于所述物体移动所述图案投射装置和所述图像获得装置。

4. 权利要求 1 的设备, 进一步包括:

- 20 标记闪烁控制装置, 用于根据所述控制装置的控制周期性闪烁由所述标记产生装置产生的标记, 其中所述控制装置利用所述标记闪烁控制装置开启标记, 用于由所述图像获得装置获得包括标记的部分物体的 2D 图像数据, 以及关闭标记, 用于获得不带标记的该物体的相同部分的 2D 图像。

- 25 5. 权利要求 4 的设备, 其中, 通过由所述控制装置比较包括标记的 2D 图像和自该物体的相同部分获得的不带标记的 2D 图像, 获得所述标记的 2D 位置。

6. 权利要求 1 的设备, 进一步包括:

单独的标记闪烁控制装置, 用于根据所述控制装置的控制按预订顺序单独地依次闪烁所述标记, 其中所述控制装置设定不带标记的图像数据为基本图像数据, 将基本图像数据与各自包括彼此不同标记的多个图像数据相比较, 从而求取标记的 2D 位置。

7. 权利要求 1 的设备, 进一步包括:

单独的标记闪烁控制装置, 用于根据所述控制装置的控制单独地闪烁所述标记, 其中所述控制装置控制所述单独的标记闪烁控制装置, 使得投射在已经拍摄域上的标记与投射在将要拍摄的下一个域上的标记区分开。

8. 权利要求 1 的设备, 进一步包括单独的标记闪烁/颜色控制装置, 其中所述标记产生装置包括其颜色可以选择性改变的多个多色发光元件, 并且其中所述单独的标记闪烁/颜色控制装置控制该多个多色发光元件的闪烁和颜色, 且其中所述控制装置控制所述单独的标记闪烁/颜色控制装置, 使得投射在已拍摄域上的标记与投射在还没有拍摄域上的标记区分开。

9. 权利要求 1 的设备, 进一步包括单独的标记闪烁控制装置, 其中所述标记按照预定的重叠方式分成多个组, 用于所述标记的二进制化, 其中所述单独的标记闪烁控制装置在所述控制装置的控制下逐组依次开启和关闭所述标记, 其中所述控制装置通过搜寻分别代表标记的开启或关闭状态的标记的二进制信息求取包括在多个 2D 图像数据中的标记的 2D 位置。

10. 权利要求 1 的设备, 进一步包括投射控制器, 用于在所述控制装置的控制下控制由图案投射装置投射的图案状态, 其中所述控制装置防止在投射图案时投射标记。

11. 权利要求 1 的设备, 其中所述标记产生装置固定地配置于所述物体, 以便不会相对于所述物体运动。

12. 权利要求 11 的设备, 其中所述标记产生装置为多个, 并且固定地配置于放置物体的旋转台。

13. 权利要求 1 的设备, 其中所述标记产生装置任意地在物体表面上投射标记。

5 14. 权利要求 1 的设备, 其中所述图像获得装置从物体的重叠域获得 2D 图像数据和 3D 扫描数据, 并且所述控制装置利用包含在 2D 图像数据和 3D 扫描数据中的至少 2 个或多个特征点计算标记的 3D 位置。

15 15. 权利要求 14 的设备, 其中所述图像获得装置从物体的多个重叠域获得多个 2D 图像数据和 3D 扫描数据, 并且所述控制装置根据标记的 3D 位置搜寻每一所述重叠域的相应的标记, 所述控制装置基于相应的标记之间的关系计算转换矩阵, 并且所述控制装置通过应用转换矩阵将每个 3D 扫描数据移动至基准坐标。

15 16. 权利要求 1 的设备, 其中所述图像获得装置、所述图案投射装置和所述标记产生装置分别按多个设置在物体周围, 且其中所述控制装置从分配到每个图像获得装置的每个区的 2D 图像和 3D 扫描数据计算标记的 3D 位置, 并根据标记的 3D 位置搜寻在相邻区中包含的相应标记, 并由相应标记的关系计算转换矩阵, 从而通过应用转换矩阵排列多个 3D 扫描数据。

20 17. 权利要求 16 的设备, 其中所述控制装置存储转换矩阵, 用于在下一次扫描操作中排列 3D 扫描数据。

25 18. 权利要求 1 的设备, 其中所述图像获得装置通过多个扫描位置拍摄从整个扫描域获得多个 2D 图像数据, 其中扫描位置之间的距离是已知的, 并从部分重叠的整个扫描域的多个部分获得多个 2D 图像数据和 3D 扫描数据, 且其中所述控制装置通过分析物体的整个扫描域有关的多个 2D 图像数据和扫描位置之间距离的信息计算标记的 3D 位置, 并基于如此获得的标记的 3D 位置建立绝对坐标系, 然

后通过逐个部分分析与物体的整个扫描域各部分有关的 2D 图像数据和 3D 扫描数据计算标记的 3D 位置，利用标记的 3D 位置信息搜寻在来自整个所述扫描域的 2D 图像数据和来自所述整个扫描域多个部分的 2D 图像数据中共同包含的相应标记，根据相应的标记计算转换矩阵，移动每个 3D 扫描数据以使其排列在绝对坐标系上。

19. 权利要求 18 的设备，其中所述图像获得装置被配置有用于获得物体的大域图像的多个大域扫描设备和用于获得大扫描域各个部分的图像的扫描设备，其中多个大域扫描设备彼此分开且其间的距离固定。

10 20. 权利要求 1 – 19 的任一项的设备，其中所述标记产生装置包括：

用于在 X 轴方向上产生直线光束的多个光源；

用于在 Y 轴方向上产生直线光束的多个光源；

用于将直线光束反射在物体表面上的 X 轴的多面体镜；

15 用于将直线光束反射在物体表面上的 Y 轴的多面体镜；

旋转机构，用于旋转 X 轴和 Y 轴的多面体镜；和

光源闪烁控制器，用于控制 X 轴和 Y 轴光源的闪烁。

21. 一种使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法，该方法包括以下步骤：

20 移动图像获得装置到适合于获得一部分物体的图像的位置；

通过所述标记产生装置在物体表面上投射光学标记并通过所述图像获得装置获得包括投射在物体表面上的光学标记的物体的部分的 2D 图像数据；

25 通过所述图案投射装置在物体光面上投射图案并获得其上通过所述图像获得装置投射图案的物体的 3D 扫描数据；和

从 2D 图像数据与 3D 扫描数据之间的关系求取标记的 3D 位置，并通过根据标记的 3D 位置计算 3D 扫描数据中的相对位置来排列从

物体的不同部分获得的多个 3D 扫描数据。

22. 权利要求 21 的方法，其中获得 2D 图像数据的步骤进一步包括以下步骤：

5 首先自该物体的该部分获得包括标记的 2D 图像数据；和
 其次通过关闭所述标记自该物体的相同部分获得不包括来标记的 2D 图像数据。

23. 权利要求 22 的方法，其中获得 2D 图像数据的步骤进一步包括以下步骤：对包括标记的 2D 图像数据和不包括该物体的相同部分的标记的 2D 图像数据进行图像处理求取标记的 2D 位置。

10 24. 权利要求 21 的方法，其中获得 2D 图像数据的步骤进一步包括以下步骤：

 通过在全部光学标记被关闭时拍摄物体的每个部分获得基础图像数据；

15 通过所述标记产生装置根据预定的顺序单独依次将多个光学标记投射到物体的每个部分上，并通过在单独且依次投射标记的每个状态下对该物体的所述部分拍摄获得该物体每部分的图像数据；和

 通过将以与光学标记对应的数目拍摄的每个图像数据与基础图像数据比较，求取标记的 2D 位置。

20 25. 权利要求 21 的方法，其中获得 2D 图像数据的步骤进一步包括以下步骤：

 以重叠方式将所述多个光学标记分成预定的组，并逐组依次开启光学标记；

 搜寻分组标记的二进制信息，即搜寻分组标记中的每一个的开启状态，从而求取标记的 2D 位置作为每个标记的固有标识。

25 26. 权利要求 21 的方法，其中获得 3D 扫描数据的步骤进一步包括以下步骤：防止在图案投射装置投射图案时在所述标记产生装置中产生光学标记。

27. 权利要求 21 的方法，其中从所述图像获得装置获得的 2D 图像数据和 3D 扫描数据之间的关系求取标记的 3D 位置的步骤进一步包括以下步骤：估计连接图像获得部分的相机透镜中心和在 2D 图像数据中任意标记的位置的直线与 3D 扫描数据相交的交叉点，从而
5 使得能够发现标记的 3D 位置。

28. 权利要求 21 的方法，其中排列 3D 扫描数据的步骤进一步包括以下步骤：

根据标记的 3D 位置搜寻在相互重叠的相邻 3D 扫描数据中共同包含的相应标记；

10 基于相应的标记计算用于排列每个 3D 扫描数据的转换矩阵；和
设定 3D 扫描数据之一作为基准，并利用转换矩阵移动和排列每个扫描数据。

29. 权利要求 28 的方法，其中搜寻相应标记的步骤进一步包括以下步骤：利用有关每两个标记之间的距离的信息和有关在每两个标
15 记处或附近的平均垂直向量的信息搜寻相应的标记。

30. 权利要求 28 的方法，其中搜寻相应标记的步骤进一步包括以下步骤：在 3D 扫描数据中选出标记附近的附加参考点，并使用这些点连同标记的相对 3D 位置信息一起获得相应的标记。

31. 权利要求 28 的方法，其中搜寻相应标记的步骤进一步包括
20 以下步骤：通过利用每三个标记的 3D 位置形成三角形，获得三角形的边长，按降序排列每个边，并比较各边的每个长度和顺序，以获得相应的三角形，从而搜寻相应的标记。

32. 权利要求 28 的方法，其中设定 3D 扫描数据之一作为基准并移动和排列每个 3D 扫描数据的步骤包括以下步骤：

25 根据三角形的顶点和边的信息，使由与一个 3D 扫描数据相关的由三个标记形成的三角形的顶点与基准坐标系中的三角形的顶点相匹配；

保持所述匹配的顶点进行旋转转换来匹配一条边；和
通过旋转作为轴的边中不包含的顶点到基准坐标系中的顶点来
匹配两个三角形。

33. 权利要求 21 的方法，进一步包括以下步骤：通过自彼此分
5 开预定间隔的多个扫描位置拍摄整个扫描域，来获得多个 2D 图像数
据，通过分析该 2D 图像数据和所述有关间隔的信息计算每个标记的
3D 位置，并基于如此计算的标记的 3D 位置建立绝对坐标系，其中
排列多个 3D 扫描数据的步骤进一步包括以下步骤：

根据标记的 3D 位置，搜寻在每个相邻的 3D 扫描数据中共同包
10 含的相应标记，所述获得的每个相邻的 3D 扫描数据相互重叠；

根据相应的标记计算用于排列每个 3D 扫描数据的转换矩阵；和
利用转换矩阵移动每个 3D 扫描数据，以便在绝对坐标系上排列
该 3D 扫描数据。

34. 权利要求 21 的方法，进一步包括以下步骤：当控制所述标
15 记产生装置用于拍摄其它域时，周期性闪烁已经拍摄的域上投射的标
记。

35. 权利要求 21 的方法，进一步包括以下步骤：当控制所述标
记产生装置用于拍摄其它域时，在投射到已被拍摄的域上的标记与投
射到尚未被拍摄的域上的标记之间产生不同的颜色。

20 36. 使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法，包括以下步骤：
在物体周围排列多个图像获得装置、图案投射装置和标记产生
装置；

闪烁所述多个标记产生装置使得光学标记投射在物体表面上，
并通过多个所述图像获得装置获得与投射有光学标记的物体相关的
25 多个 2D 图像数据；

启动多个所述图案投射装置将图案投射在物体表面上，并通过
多个所述图像获得装置获得与投射有图案的物体有关的每个 3D 扫描

数据；以及

从由多个所述图像获得装置获得的各个 2D 图像数据和 3D 扫描数据之间的关系求取每个标记的 3D 位置，并由标记的 3D 位置计算各个 3D 扫描数据的相对位置，以及排列每个 3D 扫描数据。

- 5 37. 使用光学标记排列 3D 扫描数据的方法，该方法包括以下步骤：
骤：

在参考物体附近排列多个图像获得装置、图案投射装置和标记产生装置；

- 10 在多个所述标记产生装置的控制下通过在参考物体上投射标记进行较准，并通过多个所述图像获得装置和所述图案投射装置获得与参考物体相关的 2D 图像数据和 3D 扫描数据，并从各个 2D 图像数据和 3D 扫描数据求取每个所述域的标记的 3D 位置，根据标记的 3D 位置搜寻在相邻域内共同包含的相应标记，且利用该相应的标记计算转换矩阵；

- 15 利用多个所述图像获得装置获得与物体特定域相关的各个 2D 图像数据；

分别获得在物体上投射图案时与物体的所述特定域相关的 3D 扫描数据；和

利用在进行较准步骤中获得的转换矩阵排列 3D 扫描数据。

- 20 38. 权利要求 37 的方法，其中进行较准的步骤总是在获得物体上的 2D 和 3D 扫描数据之前进行。

39. 权利要求 37 的方法，其中进行校准的步骤只在开始时进行一次，在进行较准的步骤中获得的转换矩阵用于该物体 3D 扫描数据的下一次排列。

25

使用光学标记自动排列三维扫描数据的设备和方法

5 技术领域

本发明涉及通过使用光学标记自动排列三维(3D)扫描数据的设备和方法,且更具体地,涉及根据一个坐标系自动排列以不同位置和角度扫描的多个 3D 扫描数据的相对位置的设备和方法。

10 背景技术

通常,光学 3D 扫描器可通过扫描仅在扫描器视域内的物体的表面来求取 3D 数据。为了扫描该物体被遮挡在 3D 扫描器视线外的其他区,应当使待被扫描的物体旋转或移动,或者应当将扫描器本身移动并定位到能够看见该物体的一部分或若干部分的地方。则可通过以不同的方位和角度来观测该物体获得一完整的 3D 扫描,由此可将如此获得的 3D 数据排列和集成到唯一的统一坐标系。

在这种情况下,如此获得的 3D 数据应当被集成到唯一的统一坐标系中的原因是如果将该扫描器移动到不同的位置和角度以记录该物体,则根据扫描器的位置可由不同的坐系统来限定每个 3D 扫描数据。

为匹配这些不同的坐标系,必须知道扫描器已被移动的距离。有两种计算该距离的算法。一种是通过使用移动扫描器的数控设备获得绝对距离,另一种是通过仅参考该扫描数据来计算该距离。

在后一种情况下,所进行的扫描必须使得多个扫描数据彼此重叠且在该扫描数据的重叠位置输入相应的点。然后参考所述相应点排列扫描数据,使得限定多个扫描数据的各个坐标系结合到一个统一的坐标系。

在此情况下，在手工输入相应点时，很容易出现差错，这取决于操作员输入它们的精确度。具体地，如果在物体的表面上没有异常特征，则更可能出现更多的差错。此外，大的或复杂的物体要求通过改变扫描器的位置和角度进行大量扫描操作，由此会拖延相应点的输入并使扫描操作更易出错。另一缺点在于操作员的疏忽会造成错误输入或遗漏相应的点，由此造成频繁出现不精确的排列。

为克服上述缺陷，最近引入了一种方法，其采用附于物体表面的小的可检测到的物体，称为标记或目标，用以由操作员识别它们并精确地输入相应点。此外，还开发了一种技术，使用该技术可通过图像处理算法来自动识别相应点。

如图 1 所示，传统的标记 4 被任意地附于物体 2 的表面，且以重叠方式逐部分地扫描该物体 2 的表面。

当通过上述扫描方法获得多个扫描数据时，操作员可手动地标记相应的标记，如图 2 所示。

在通过扫描物体 2 的表面获得第一和第二扫描数据 I1 和 I2 后，如图 2 所示操作员检索共同放置在该两个扫描数据 I1 和 I2 中的标记 M1 和 M2 的个数，并通过匹配作为相应点的标记来排列该两个扫描数据 I1 和 I2。

同时，在自动识别相应点的技术中，通过图像处理来检索彼此具有不同图案用于识别的标记，且如果将具有同样图案的标记设置在两个不同的扫描数据中，则可根据该标记自动地排列该两个扫描数据。

然而，通过使用上述标记识别扫描数据的相应点的传统技术具有一缺点。即，由于附于该物体表面上的标记的物理尺寸，可能会丢失标记所覆盖的物体的表面的部分的数据。

尽管可通过插入或在移动标记后重新扫描来恢复丢失的数据，还有其他的缺点就是这些方法不精确且要求大量的工作小时。

发明内容

本发明提供一种通过使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备和方法，其中，所述光学标记为非接触型以便物体的扫描部分得到保护且不变形。

根据本发明的一个目的，提供一种使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备，其中，通过以不同的角度扫描物体获得所述扫描数据，包括：标记产生装置，用于将多个光学标记投射到物体的表面上；图案投射装置，用于将图案投射到该物体的表面上以获得该物体的 3D 扫描数据；图像获得装置，用于获得包括投射到该物体的表面上的该物体的 2D 图像数据，以及用于通过投射到该物体表面上的图案获得该物体的 3D 扫描数据；以及控制装置，用于自该 2D 图像数据和 3D 扫描数据之间的关系求取光学标记的 3D 位置，并根据该光学标记的 3D 位置计算该 3D 扫描数据的相对位置。

根据本发明的一个目的，提供一种使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法，该方法包括以下步骤：将图像获得装置移动到适于获得该物体的若干部分的图像的位置；通过标记产生装置将该光学标记投射到该物体的表面，并通过图像获得装置获得包括投射在该物体的表面上的光学标记的物体的部分的 2D 图像数据；通过图案投射装置将图案投射到该物体的表面上，并获得该物体的部分的 3D 扫描数据，所述图案被图像获得装置投射到该物体上；以及从 2D 图像数据和 3D 扫描数据之间的关系求取光学标记的 3D 位置，并根据所述光学标记的 3D 位置排列从该物体的不同的部分获得 3D 扫描数据。

附图说明

为了更好地了解本发明的特征和目的，应结合附图参考以下详细描述，所述附图中，

图 1 是用以示出将传统标签型标记附于物体上的该物体的 3D 扫描的示例图；

图 2 是用以示出使用标签型标记作为参考标记的不同扫描数据的排列的示例图;

图 3 为一示意图,用以示出根据本发明第一实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造;

5 图 4a-4c 为示意图,用以示出根据本发明第一实施例的使用光学标记获得 2D 图像数据的状态的例子,以及使用图案获得 3D 扫描数据的状态;

图 5 为一示意图,用以示出根据本发明第一实施例的从通过激活及去激活光学标记获得的 2D 图像数据导出标记的 2D 位置的状态的例子;
10

图 6 为一示意图,用以示出从标记的 2D 位置和相机镜头的中心位置导出标记的 3D 位置的状态的例子;

图 7a-7b 为示意图,用以举例说明根据本发明第一实施例借助于对相互不同的图像数据的三角比较搜索相应标记的操作;

15 图 8a-8d 为示意图,用以举例说明根据本发明第一实施例的在两个不同图像数据的三角形比较中,匹配处于相互不同的位置的两个三角形结构的转换操作;

图 9 为示意图,用以举例说明根据本发明第一实施例的借助于获得针对相互不同的图像数据的虚拟标记检索相应标记的操作;

20 图 10a-10b 为流程图,用以示出根据本发明第一实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作;

图 11 为示意图,用以示出根据本发明第二实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造;

图 12 为流程图,用以示出根据本发明第二实施例使用光学标记
25 自动排列 3D 扫描数据的方法的操作;

图 13 为流程图,用以示出根据本发明第三实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作;

图 14 为一示意图，用以示出根据本发明第四实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

图 15 为一示意图，用以示出根据本发明第五实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

5 图 16 为一示意图，用以示出根据本发明第六实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

图 17a-17b 为流程图，用以示出根据本发明第六实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作；

10 图 18 为一示意图，用以示出借助于一基准坐标系在排列扫描数据的过程中出现的差错；

图 19 为一示意图，用以示出借助于一绝对坐标系在排列扫描数据的过程中出现的差错；

图 20 为一示意图，用以示出根据本发明第七实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

15 图 21a-21b 为流程图，用以示出根据本发明第七实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作；

图 22 为通过使用在图 20 中描述的大域图像获得部分获得图像的例子图；

20 图 23 为通过使用在图 20 描述的大域图像获得部分和图像获得部分获得的图像的例子图；

图 24 为示意图，用以示出根据本发明第八实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

图 25a 和 25b 为流程图，用以示出根据本发明第八实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作；

25 图 26a 为通过使用在图 24 中描述的一对大域图像获得部分获得的图像的例子图；

图 26b 为通过使用在图 24 中描述的一对大域图像获得部分和一

图像获得部分获得的图像的例子图；

图 27 为示意图，用以说明本发明第八实施例的原则；

图 28 为示意图，用以说明根据本发明第九实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

5 图 29 为流程图，用以说明根据本发明第九实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的方法的操作；

图 30 为一流程图，用以说明根据本发明第十实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的构造；

10 图 31 为用以说明根据本发明第十一实施例的标记发生器的构造的示意图。

具体实施方式

以下将结合附图详细描述本发明的第一实施例。

15 图 3 为说明根据本发明第一实施例的使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的结构图，其中，该设备包括一标记发生器 12，图案投射器 16，图像获得部分 18，移动驱动部分 20，移动机构 22，图像输入部分 24，标记闪烁控制器 26，图案投射器控制器 28，微处理器 30 和缓冲器 32。

20 被设计以将可由图像获得部分 18 识别的标记投射在物体 10 的表面的标记发生器 12 包括多个标记输出部分 14，用于沿不规则方向将多个光学标记同步地投射在该物体 10 的表面上。

25 优选的，该多个标记输出部分 14 采用能够将多个红点投射在物体 10 的表面的激光指示器，以便可容易地区分投射在物体 10 表面上的点的位置和由图像获得部分 18 获得的图像，所述图像获得部分 18 例如相机等。

标记发生器 12 绝不限于激光指示器，且可采用任何激光学标记，只要其能够正确地在物体的表面聚焦且能够容易地被控制以重复闪

烁。

可沿物体的周围设置多个标记发生器 12，以将光学标记投射在该整个物体 10 的表面上，且可根据该物体 10 的尺寸和形状来改变所述光学标记的个数。此外，在扫描期间，应当将标记发生器 12 固定
5 在物体上，以便标记的位置在该物体的表面上不改变。

图中所示的图案投射器 16 投射预定的图案以便可获得该物体 10 的 3D 扫描数据。即，通过使用投射器，例如 LCD 投射器等，将空间编码的光束投射在该物体 10 的表面上，或将激光束投射在物体 10 的表面上，以便可通过图像获得部分 18 来获得该物体的 3D 扫描数
10 据。

而且，优选的，图案投射器 16 采用一滑动投射器，其包括光源，图案膜，和用于投射预定图案的透镜，或者电子 LCD 投射器，或用于投射激光条纹图案的激光二极管。具有条纹图案的图案膜被一预定的进给装置进给在光源和透镜之间，其允许一系列的条纹图案投射在
15 该物体 10 上。

图案膜可具有不同间隙的条纹图案 (striped pattern)，如在由本申请人于 2002 年 2 月 28 日申请的韩国专利申请 No.2002-10839 中所公开的，该专利申请的名称为“使用多个条纹图案的 3D 扫描设备和方法”。其同样适用于使用激光条纹图案的扫描装置。

20 此外，优选在获得 3D 扫描数据的同时不应当将标记投射在物体 10 上，因为扫描数据可能会被物体 10 上的标记破坏。

图像获得部分 18 包括能够接收图像的图像传感器，例如电荷耦合器件 (CCD) 相机或 CMOS 相机。图像获得部分 18 通过在将标记光学地投射在该物体 10 的表面上时拍摄该物体来获得图像。

25 图像获得部分 18 可以被配置为与图案投射器 16 分离，但优选将图像获得部分 18 与图案投射器 16 一体地安装，因为与投射器 16 一体的图像获得部分 18 结构简单，且易于在不进行校准的情况下匹配

2D 图像数据和 3D 图像数据。

图像获得部分 18 获得 2D 图像数据和 3D 扫描数据,同时同步光学标记的闪烁周期和图案的闪烁周期,其详细内容示于图 4a,4b,4c 中。

如图 4a 所示,图像获得部分 18 通过拍摄该物体 10 的一特定部分获得第一图像数据 40,在物体的该部分上,任意投射有多个光学标记 (RM)。

接下来,如图 4b 所示,图像获得部分 18 通过拍摄如图 4a 所示的物体 10 的该相同部分获得第二图像数据 42,同时标记发生器 12 被关闭以防止物体 10 的表面被投射有所述激光学标记。

10 接下来,如图 4c 中所示,图像获得部分 18 通过拍摄物体 10 获得 3D 扫描数据,在物体 10 上投射有自图案投射器 16 的条纹图案,同时,标记发生器 12 关闭。具体的,获得形式为第一至第五扫描数据 4a-44e 的 3D 扫描数据,其分别对应于具有不同条纹图案 PT1-PT5 的物体 10 表面上的相同部分。尽管在本实施例中,图案膜具有 5 中不同的条纹图案,其不限于此,且可具有更多种图案。

15 图像驱动部分 20 根据微处理器 30 的驱动控制相对于物体 10 移动图案投射器 16 和图像获得部分 18,以便能够获得整个物体 10 的图像。

20 移动机构 22 接收来自移动驱动部分 20 的信号,以相对于该物体向一预定方向移动图案投射器 16 和图像获得部分 18。尽管在本实施例中采用移动驱动部分 20,用于电动地移动图案投射器 16 和图像获得部分 18,显然,也可手动地操作移动机构 22。

图中所示图像输入部分 24 接收从图像获得部分 18 获得的图像数据,且标记闪烁控制器 26 用来根据微处理器的控制来使标记发生器 25 12 的光学标记闪烁。

投射控制器 28 控制图案投射器 16 的图案膜的进给速度和方向,且还控制光源的闪烁用于投射。

微处理器 30 接收并分析通过图像输入部分 24 以不同角度拍摄的该 2D 图像数据和 3D 扫描数据,并自动将该 3D 扫描数据排列在一单一一致的坐标系中。

5 如图 5 所示,为寻求激光学标记的 2D 位置,微处理器 30 对具有激光学标记 (RM) 的第一图像数据 40 和不具有激光学标记 (RM) 的第二图像数据 42 进行图像处理,结果,获得仅包括激光学标记 (RM) 的第三图像数据 46。

10 如图 6 所示,微处理器 30 从图像获得部分 18 的相机透镜中心 50 和使用标记位置求取的 2D 图像数据 52 之间的关系计算标记的 3D 位置。对应于相应标记的标记 (a' , b' , c') 的 3D 位置可通过估计交叉点来获得,在所述交叉点,连接图像获得部分 18 的相机透镜中心 50 和在 2D 图像数据中的任意标记的位置 (a,b,c) 的直线与 3D 扫描数据 54 相交。

15 在图案投射器 16 和图像获得部分 18 一体配置的情况下,有可能快速获得标记的 3D 位置。然而,如果图案投射器 16 和图像获得部分 18 被分别配置,则应当执行对图案投射器 16 和图像获得部分 18 的坐标的校准,用于获得标记的 3D 位置。通过上述步骤,可获得以不同角度拍摄的 3D 扫描数据的 3D 位置。

20 与此同时,扫描数据优选应当包括多于 4-5 个标记,且相邻的两个扫描数据应当包括 3 个或更多的共同标记。这是因为必须使用 3 个或更多的点来限定 3D 空间中的唯一位置,且获得相应的标记也要求 3 个或更多的点(以下描述)。

25 此外,本发明中可能的是,每个标记使用不同的图案来区分彼此。然而,设备的配置及其制造可能会复杂,因为成百上千个标记输出部分应当投射不同形状的标记。

在本发明中,在自动排列通过以重叠方式拍摄物体获得的相邻区的 3D 扫描数据中,通过使用有关基于各 3D 扫描数据在微处理器 30

处计算的标记的相对位置的信息,使得这些标记彼此得到区分。例如,由标记形成的三个点可构成一个三角形,且由三个不同的点构成的三角形彼此不同,以便通过比较角度和其长度可区分每个三角形。由此,可区分对应于三角形顶点的一个标记和另一个标记。以下将该过程

5 进行详细描述。

如在图 7a 和 7b 中所示,在一个扫描数据 60 包括 M 个标记点,而相邻该一个扫描数据 60 的另一个扫描数据 62 包括 N 个标记点的情况下,扫描数据 60 包含 $M C_3$ 个不同的三角形,且另一个扫描数据包含 $N C_3$ 个不同的三角形。然后,比较该两个扫描数据总共 $M C_3 \times N C_3$ 次,可获得相应对三角形。

首先,如在图 7a 中所示,微处理器 30 根据包含在一个扫描数据 60 中的标记获得的点构建多个三角形 T1 和 T2,并根据包含在另一扫描数据 62 中的标记获得的点构建多个三角形 T3 和 T4。

接下来,如图 7b 所示,微处理器 30 寻求一对相互对应的三角形,例如 T1 和 T3,其分别包含在两个扫描数据 60 和 62 中。

可使用不同的方法来比较这些三角形。其中一个是通过比较每边的长度来寻求一对对应的三角形。换句话说,比较每个三角形的三条边 (a_1, a_2, a_3) (b_1, b_2, b_3),且如果每条边的长度与对方相同,且如果每条边的顺序完全相同,则可确定该两个三角形对应。

在寻求具有三条相同边的三角形中,以递减顺序排列每一边的长度,例如,如果检测具有相同边的至少多于两个的三角形,则检查每边的顺序。即,如果从最长边沿逆时针顺序或顺时针顺序比较的每条边相同,则判定两个三角形对应。

在如上解释中描述的在各扫描数据中区分对应的三角形或标记后,移动扫描数据以便可将这些标记定位在单一一致坐标系中的相同点上。也就是说,三角形中的一个用做基准,而对应的三角形向该基准移动,且结果,该两个坐标系匹配。

位于两个不同的扫描数据中的两个三角形的匹配过程示于图 8a-8d。如图 8a 所示，在给出两个三角形的情况下，每个三角形尺寸和形状相同但位于不同扫描数据处，在确定两个对应的三角形时得知有关顶点和边的信息。

- 5 如图 8b 所示，通过使用转换矩阵（T）使两个对应三角形中的选择的顶角中的一个相匹配，这里，与一个三角形相关的基准坐标系被设置为 A，另一坐标系被设置为 B。对其进行的转换矩阵（T）在以下公式 1 中定义：

$$\text{公式 1..... } T=T(A1-B1)$$

- 10 接下来，如图 8c 中所示，进行旋转转换以通过使用旋转矩阵（R1）匹配一条相应边，这里由公式 2 来定义旋转矩阵（R1）：

$$\text{公式 2..... } R1=R(\Theta_1)$$

图 8d 所示为通过使用旋转矩阵（R2）进行的旋转转换以匹配剩余的一个相应顶点，这里，由公式 3 来定义旋转矩阵（R2）

- 15 公式 $R2=R2(\Theta_2)$

结果，通过转换矩阵 M 来进行总的匹配处理，其由公式 4 来定义：

$$\text{公式 4..... } M=T \cdot R1 \cdot R2$$

- 20 由此，通过以下公式 5 将包括在一个扫描数据中的点（P）移动到另一个扫描数据中的新位置：

$$\text{公式 5..... } P'=M \times P$$

- 25 与此同时，很可能会出现计算错误，因为物理尺寸不能被数学地定义为点，而是具有实际的尺寸。由此，在微处理器 30 如上所述匹配不同的扫描数据后，微处理器 30 处理得更复杂精细以获得更精确的匹配。即，基于成网的数据进一步调整标记的位置，其被称为“配准（registering）”。通过这些处理，可将每个扫描数据更精确地结合到单一一致的坐标系中。以下进行详细描述。

在包括多个点的点云数据 A 和包括多个点的点云数据 B 要被结合到单一一致的坐标系的情况下，坐标系 A 被移动并旋转以结合到坐标系 B。在此情况下，如果 A 的 n 个点是 $P=\{p_i\}$ ，且与其对应的 B 的点为 $Q=\{x_i\}$ ，则可通过用于使 P 和 Q 之间的距离最小化的最小二乘法来获得移动和旋转转换，且该转换被应用于 A。结果，由 A 和 B 代表的点云数据的平均距离被最小化，且重复这些处理直到 P 和 Q 之间的平均距离在容差范围内为止。

还可通过使用最小二乘法获得出自多个点云数据的对应点，且在以下公式 6 中给出对其应用的公式：

10 公式 6

$$f(Q) = \frac{1}{N_P} \sum_{i=0}^{N_P} \|x_i - (R(Q_R)p_i + Q_T)\|^2$$

这里，Q 为配准的状态向量，且 Q 被限定为 $[Q_R \mid Q_T]^T$ ，其中， Q_R 为四元数向量，且 $Q_R = [q_0 q_1 q_2 q_3]^T$ ($q_0 \geq 0, q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 = 1$)。 Q_T 为转换向量且被定义为 $[q_4 q_5 q_6]^T$ 。

在上述公式 6 中， $f(Q)$ 定义 x_i 减 $(R(Q_R)p_i + Q_T)$ 的平方的平均距离，且这时，可通过最小二乘法计算 $(R(Q_R))$ 和 Q_T 。在公式 6 中， $(R(Q_R))$ 可由一如下式 7 的 3×3 的旋转矩阵来定义：

公式 7

20

$$\begin{bmatrix} q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 & 2(q_1 q_2 - q_0 q_3) & 2(q_1 q_3 + q_0 q_2) \\ 2(q_1 q_2 + q_0 q_3) & q_0^2 + q_2^2 - q_1^2 - q_3^2 & 2(q_2 q_3 - q_0 q_1) \\ 2(q_1 q_3 - q_0 q_2) & 2(q_2 q_3 + q_0 q_1) & q_0^2 + q_3^2 - q_1^2 - q_2^2 \end{bmatrix}$$

此外，在由 $P=\{p_i\}$ 限定一组扫描数据和由 $X=\{x_i\}$ 限定一组基准数据 (X) 的情况下，由下式 8 给出 P 和 X 的质心：

公式 8

$$\mu_p = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} p_i$$

$$\mu_x = \frac{1}{N_x} \sum_{i=1}^{N_x} x_i$$

此外, P 和 X 的互协方差矩阵由下列公式 9 给出:

公式 9

$$\sum_{px} = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} [(p_i - \mu_p)(x_i - \mu_x)] = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} [p_i x_i] - \mu_p \mu_x$$

- 5 反对称矩阵 (A_{ij}) 的循环混合 (cyclic compounds) 被用来形成列向量 (Δ)。然后该向量 (Δ) 被用来形成对称的 4×4 矩阵 Q (Σ_{px})，它由下列公式 10 给出:

公式 10

$$A_{ij} = \left(\sum_{px} - \sum_{px}^T \right)_{ij}$$

$$\Delta = [A_{23} \ A_{31} \ A_{12}]^T$$

$$Q(\sum_{px}) = \begin{bmatrix} \text{tr}(\sum_{px}) & \Delta^T \\ \Delta & \sum_{px} + \sum_{px}^T - \text{tr}(\sum_{px}) I_3 \end{bmatrix}$$

- 10 其中, I₃ 是 3×3 的单位矩阵。在上面的公式 10 中, Q_T 是对应 Q (Σ_{px}) 的最大本征值的本征向量, 四元数 (Q₀, Q₁, Q₂, Q₃) 是通过使用该本征向量得到的, 该旋转矩阵通过将该四元数代入公式 7 得到。同时, 通过使用上面公式 7 给出的 R (Q_R) 从下列公式 11 能够得到 Q_T (q₄, q₅, q₆)。

- 15 公式 11

$$Q_T = \mu_x - R(Q_R)\mu_p$$

结果，由下列公式 12 给出最后矩阵：

公式 12

$$\begin{bmatrix} q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 & 2(q_1q_2 - q_0q_3) & 2(q_1q_3 + q_0q_2) & q_4 \\ 2(q_1q_2 + q_0q_3) & q_0^2 + q_2^2 - q_1^2 - q_3^2 & 2(q_2q_3 - q_0q_1) & q_5 \\ 2(q_1q_3 - q_0q_2) & 2(q_2q_3 + q_0q_1) & q_0^2 + q_3^2 - q_1^2 - q_2^2 & q_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- 5 当每个 3D 扫描数据的对应标记 (marker) 被得到时，微处理器
30 基于所述一个扫描数据 60 计算用于总转换的矩阵作为基准坐标，
由此将所有的 3D 扫描数据自动排列到该基准坐标系。

同时，除了图 8a 到图 8d 所示的方法之外，可以通过使用最小二乘法将坐标系本身映射到该基准坐标系，其代表在找到对应三角形之
10 后对准扫描数据。

处于顶点的对应标记的信息在寻找对应三角形的过程中被得到，
例如是公式 6 中的 P 和 X，最佳转换矩阵由下列公式 13 给出：

公式 13

$$\begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- 15 用于点云数据 (P) 的公式能够由下面的公式 14 来定义，所述点
云数据待由坐标映射方法排列：

公式 14

$$P' = TP$$

- 20 同时，如上面所解释的用于寻找一对对应三角形的方法中，3 个
以上的对应标记应该被包括在每个扫描数据重叠的区中。因此，在只

有 2 个对应标记被包括在该区的情况中，应该采纳其它方法来寻找对应的标记。

因为每个带有标记的扫描数据具有 3D 信息，所以寻找对应的标记是可能的，即使只有 2 个对应标记被包括在该重叠区中。如图 9 所示，在扫描数据 64 和 66 的一重叠区上只有 2 个对应标记，它们分别是两个标记 (RM1, RM2) 和 (RM3, RM4)。通过比较标记所在位置的两个垂直向量以及两个标记之间的距离来寻找对应标记。

同时，如果有太多的标记被投射到每个扫描数据或者标记被统一投射，就有增加获得不准确对应标记的可能性。在这种情况下，附加的标记和 3D 扫描数据被用来产生附加参考。例如，在有 3 个对应标记的情况中，由三个标记形成三角形，然后从该三角形的重心垂直画线。然后得到该垂线与 3D 扫描数据的交点作为第四参考点。下一步，通过利用在标记处或者标记周围的物体表面的平均垂直向量信息能够找到对应标记。

另外，在只有 2 个对应标记是可用的情况中，通过连接两个标记画直线，并且从该直线中心在垂直于该直线的平面上画圆。然后得到该圆和 3D 扫描数据的交点作为第四和第五参考点。

根据本发明的优选实施例，很明显，除了上面所提的方法之外，通过在标记周围产生附加参考点来完成 3D 扫描数据的自动对准也是可能的。

如图 3 所示，关于通过对 3D 扫描数据的自动排列处理而新得到的标记的信息被寄存在缓冲器 32 中。

下面,将参考图 10a 和 10b 详细解释上面提到的根据本发明第一实施例的操作,其中 S 表示步骤。

首先,微处理器 30 控制移动驱动部分 20 启动移动机构 22,将与图案投射器 16 集成的图像获得部分 18 移动到适于扫描物体 10 的位置 (S10)。

然后,微处理器 30 控制标记闪烁控制器 26 以允许多个被设置在标记发生器 12 上的标记输出部分 14 将标记任意投射在物体 10 的表面 (S11)。

下一步,图像获得部分 18 拍摄物体 10 的指定域获得包括投射到物体 10 表面上的光学标记的 2D 图像,然后微处理器 30 经由图像输入部分 24 接收到该 2D 图像数据 (S12)。

接下来,微处理器 30 控制标记闪烁控制器 26 关闭标记发生器 12,从而标记可以不被投射到物体 10 上 (S13)。在这个状态,图像获得部分 18 拍摄如上的同一域获得没有标记的 2D 图像,然后微处理器 30 经由图像输入部分 24 接收该 2D 图像数据 (S14)。

微处理器 30 控制投射控制器 28 在标记发生器 12 被关闭时启动图案投射器 16。然后,预定图案(例如,其间具有不同间隙的条纹的图案或多条纹的图案)从图案投射器 16 被投射到物体 10 的表面上。下一步,图像获得部分 18 拍摄具有投射到它上的条纹图案的物体 10 得到 3D 扫描数据,然后微处理器 30 经由图像输入部分 24 接收该 3D 扫描数据 (S15)。

在这个状态,微处理器 30 通过图像处理具有标记的 2D 图像数据

和不具有标记的 2D 图像数据来计算标记的 2D 位置 (16)。

接下来, 微处理器 30 通过使用标记的 2D 位置和 3D 扫描数据来计算标记的 3D 位置。也就是, 标记的 3D 位置能够通过估计连接图像获得部分 18 的相机镜头中心与 2D 图像数据中任意标记的位置的直线
5 和 3D 扫描数据相交的交点来得到 (S17)。

同时, 微处理器 30 识别缓冲器 32 的寄存器是否为空 (S18)。如果缓冲器 32 的寄存器为非空, 比较在 S17 获得的标记的 3D 位置 (当前 3D 扫描数据) 和储存在缓冲器 32 的寄存器中标记的 3D 位置 (换言之, 与当前 3D 扫描数据部分重叠的 3D 数据) 相比较来搜索对应标
10 记 (S19)。

当根据前面所提的搜索过程通过比较包括在当前 3D 扫描数据中标记和寄存在缓冲器 32 的寄存器中的标记找到对应的标记时, 微处理器 30 计算匹配两个 3D 扫描数据的转换矩阵 (S20)。在缓冲器 32 的寄存器中寄存的 3D 扫描数据的位置被作为基准坐标系给出, 将当前
15 扫描数据转换到该基准坐标系 (S21)。

下一步, 微处理器 30 把从当前扫描数据中新得到的标记寄存在缓冲器 32 的寄存器中 (S22)。然后, 微处理器 30 识别对 3D 扫描数据的自动排列是否已经完成 (S23)。如果该排列没有完成, 则该过程返回到 S10, 然后重复步骤 S10 到 S23。

20 现在参考附图详细描述本发明的第二实施例。

图 11 是根据本发明第二实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的结构图。在全部附图中, 与第一实施例相同的参考数字和

符号表示在功能和操作上等价的部分，为了简化，省略了对这些部分的解释。

根据本发明第二实施例的自动排列 3D 扫描数据的设备包括标记发生器 70，图案投射器 16，图像获得部分 18，移动驱动部分 20，移动机构 22，图像输入部分 24，单独标记闪烁控制器 74，投射控制器 28，微处理器 76 和缓冲器 32。

标记发生器 70 包含多个标记输出部分 72 并向物体 10 的表面随机投射能被图像获得部分 18 辨认的标记。

标记发生器 70 按顺序逐一打开 1—N 标记输出部分 72 以响应单独标记闪烁控制器 74，对于图像获得部分 18 所获得的每个图像其使不同的标记能够被包括。

单独标记闪烁控制器 74 根据微处理器 76 的控制以预定顺序单独地顺序闪烁安装在标记发生器 70 的多个标记输出部分 72。通过分析 2D 图像数据和由图像输入部分 24 输入的 3D 扫描数据微处理器 76 执行对应于在多个角度拍摄的多个 3D 扫描数据的坐标系的排列。也就是，微处理器 76 建立图像作为参考图像，该图像是当所有标记被关闭时由图像获得部分 18 所拍照的，然后将该参考图像与当标记被打开时所拍摄的多个图像逐一相比较。通过上面的过程，每个标记的 2D 位置被得到。

接下来，微处理器 76 执行与第一实施例所执行的同样过程。换句话说，微处理器分析 2D 图像数据和 3D 扫描数据来计算标记的 3D 位置，寻找对应的标记来得到转换矩阵和将多个 3D 扫描数据转换到

该基准坐标系。

现在结合图 12 所示的流程表详细解释这里所描述的依据本发明第二实施例的操作。

首先，微处理器 76 控制移动驱动部分来启动移动机构 22，其将与图案投射器 16 集成的图像获得部分 18 移动到适于扫描物体 10 的位置（S30）。

在这样的情况下，微处理器 76 得到由图像获得部分 18 在所有光学标记被关闭时拍摄的图像数据作为参考图像。然后，微处理器 76 控制单独标记闪烁控制器 74 以打开安装在标记发生器 70 中的多个标记输出部分 72 中首先指定的标记输出部分 72，使第一个标记被投射到物体 10 的表面上（S31）。然后，由图像获得部分 18 拍摄得到作为第一个图像数据的图像（S32）。

接下来，微处理器 76 控制单独标记闪烁控制器 74 依照预定的顺序打开第二指定的标记输出部分使第二个光学标记投射到物体 10 上（S33）。然后，得到第二个图像数据（S34）。下一步，微处理器 76 识别包含在图像中的标记是否为预定的多个标记中的最后一个（第 N 个）（S35）。如果该标记不是最后的标记，重复执行步骤 S33 和 S34 直到第 N 个图像数据被得到。

期间，如果识别出该标记是最后的一个，在标记发生器 70 被关闭以防止光学标记被投射时，微处理器 76 控制投射控制器 28 启动图案投射器 16 以将用于 3D 扫描的预定图案（例如，之间具有不同间隔的条纹或者多条纹图案）由图案投射器 16 投射到物体 10 上。

这时，如果图像获得部分 18 拍摄具有投射到它上面的图案的物体 10 以得到 3D 扫描数据，微处理器 76 从图像输入部分 24 接收 3D 扫描数据（S36）。

微处理器 76 将第一到第 N 个图像数据的每一个与参考图像进行比较并且在每个比较中寻找由光学标记所形成的亮点，帮助每个标记的 2D 位置被很容易找到（S37）。

接下来，微处理器 76 通过分析标记的 2D 位置和 3D 扫描数据来计算标记的 3D 位置，参考标记的 3D 位置寻找包括在重叠区的对应标记并计算转换矩阵，将多个 3D 扫描数据转换到基准坐标系中（S38），
10 这与第一实施例中所描述的相同。

接下来，微处理器 76 识别 3D 扫描数据的自动排列是否已经完成（S39）。如果该排列还没有完成，该流程返回到 S30，在移动驱动部分 22 的控制下通过启动移动机构 22 将图案投射器 16 和图像获得部分 18 移动到合适位置。重复步骤 S30 到 S38。

15 接下来，结合附图详细描述本发明的第三实施例。

依据本发明第三实施例的自动排列 3D 扫描数据设备的结构与图 11 所示的相同。然而，该方法在第二实施例和第三实施例之间是不同的。也就是说，在第二实施例中，每一个包含彼此不同的一个标记的 N 个图像必须被分别拍摄。然而，在第三实施例中， $\log_2(N+1)$
20 个图像被拍摄，每一个包括一组用于二进制的标记。

在微处理器 76 的控制下，单独标记闪烁控制器 74 将安置在标记发生器 70 上的标记输出部分 72 分为若干个组用于二进制的，并逐组

打开标记。

例如，如果标记输出部分 72 的个数为 16，单独标记闪烁控制器 74 用重叠的方式将 16 个标记输出部分 72 分为 4 组。

换句话说，例如，第一组包含第 9 到第 16 个标记，第二组包含第 5 到第 8 个标记和第 13 到第 16 个标记，第三组包含第 3，第 4，第 7，第 8，第 11，第 12，第 15，第 16 个标记，第 4 组包含偶数的标记（第 2，第 4，第 6，第 8，第 10，第 12，第 14，第 16），它们都在表 1 中给出。

表一

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
第一图像	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
第二图像	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
第三图像	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
第四图像	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

10

“0”代表标记被关闭，而“1”代表标记被代开。

如表 1 所规定的，第一标记始终保持关闭状态，而第 16 标记始终保持打开状态，所有标记都分别具有固有值（intrinsic values）。

微处理器 76 控制单独标记闪烁控制器 76 使 N 个标记被逐组投射，和比较由图像获得部分 18 所得到的 $\log_2(N)$ 个图像数据，并计算这些标记的 2D 位置。

在 16 个标记被逐组投射以得到表 1 所示的第一到第四图像数据的情况下，这 16 个标记由它们的二进制码区别，这些二进制码代表它们的打开和关闭状态，也就是，标识符 (ID)。因此，能够得到这 16 个标记的 2D 位置。例如，第 10 标记被识别为二进制数“1001”，第 13 标记被识别为二进制数“1100”。同时，总保持在关闭状态的第一标记不被使用，这样总共 15 个标记能被用在实际感测中。

结果，即使 $1024 (2^{10})$ 个标记被使用，用上面标记的二进制化，10 个图像数据就足够区分这些标记。另外，微处理器 76 通过这些标记的 2D 位置和 3D 扫描数据来计算这些标记的 3D 位置，寻找对应的标记，计算转换矩阵，和通过该转换矩阵移动多个 3D 扫描数据。上面的过程与在第一实施例中所描述的相同。

现在参考图 3 所示的流程图详细解释所描述的本发明第三实施例的操作。

如表 1 所示，所要解释的实施例中，安装在标记发生器 70 处的 16 个标记输出部分可用来投射总共 16 个标记并且从图像获得部分 18 得到四个 2D 图像数据。

首先，微处理器 76 控制移动驱动部分 20 来驱动移动机构 22，其将与图案投射器 16 集成的图像获得部分 18 移动到适合扫描物体 10 的位置 (S40)。

下一步,微处理器 76 控制单独标记闪烁控制器 74 打开标记输出部分 72,以便属于第一组的标记(第 9—第 16 标记)能够被投射(S41)。由图像获得部分 18 所拍摄的第一图像数据经由图像输入部分 24 被得到 (S42)。

- 5 接下来,微处理器 76 控制单独标记闪烁控制器 74 打开标记输出部分 72 以便第 N 组标记,例如,第 5—第 8 和第 13—第 16 标记被投射 (S43),从而得到由图像获得部分 18 所拍摄的第 N 个图像数据 (S44)。

10 然后,微处理器 76 识别包含在该图像数据中的标记组是否为最后一个 (S45),如果它不是最后一个,流程返回到 S43 重复该过程。

期间,作为 S45 识别的结果,如果该标记组是最后一组,投射控制器 28 驱动图案投射器 16 将图案投射到物体 10 的表面上,同时标记发生器 70 被关闭以防止光学标记被投射。

15 在这时,当通过拍摄被投射有图案的物体 10 在图像获得部分 18 中获得 3D 扫描数据时,微处理器 76 通过图像输入部分 24 接收该 3D 扫描数据 (S46)。

接下来,微处理器 76 比较从图像获得部分 18 得到的第一到第 N 个图像,从而得到这些标记相关于第一到第四图像数据的二进制信息。因此,每个标记的 ID,也就是这些标记的 2D 位置被得到 (S47)。

20 同时,微处理器 76 通过分析这些标记的 2D 位置和 3D 扫描数据来计算这些标记的 3D 位置,并参考这些标记的 3D 位置寻找包括在两个不同的 3D 扫描数据的重叠区中的对应标记,计算转换矩阵,和通

过该转换矩阵将其中一个 3D 扫描数据转换到基准坐标系 (S48)，这与第一实施例中所描述的相同。

微处理器 76 识别 3D 扫描数据的自动排列是否被完成 (S49)。如果 3D 扫描数据的自动排列还没有被完成，则流程被返回到 S40。因此，重复步骤 S40 到 S48。

接下来，将参考附图详细描述本发明的第四实施例。

如图 14 所示，依据本发明第四实施例的自动排列 3D 扫描数据设备包括图案投射器 16，图像获得部分 18，移动驱动部分 20，移动机构 22，图像输入部分 24，投射控制器 28，缓冲器 32，标记发生器 80，单闪烁控制 84，和微处理器 86。

在全部图中，与第一实施例相同的参考数字和符号表示在功能和操作上等价的部分，为了简化，省略了对这些部分的解释。

标记发生器 80 将图像获得部分 18 可以认出的标记投射到物体 10 的表面上。标记发生器 80 布置有多个用于以无规则的角度向物体 10 的整个表面上投射多个光学标记的标记输出部分 82。

依据单独标记闪烁控制器 84 的控制标记发生器 80 选择性地闪烁多个标记输出部分 82。依据微处理器 86 的控制单独标记闪烁控制器 84 单独地控制多个标记输出部分 82。

微处理器 86 分析从物体 10 得到的被扫描数据用于在单一一致的坐标系中自动排列 3D 扫描数据。微处理器 86 经由图像输入部分 24 接收由图像获得部分 18 在多个角度拍摄的 2D 图像数据和 3D 扫描数据来分析它们用于在一个坐标系上自动排列，它的详细操作程序与第

一实施例中的微处理器的操作程序相同。

然而,在第一实施例和第四实施例之间的不同在于在执行获得物体 10 的一个区的 2D 图像数据和 3D 扫描数据过程之后,投射在该区上的标记以预定的周期闪烁(例如,大约 0.5 秒),同时投射到其它

5 区上的标记受单独标记闪烁控制器 84 的控制保持“开”状态。

相反地,当其它区的标记以预定周期闪烁时,获得过程已经被结束的区的标记保持“开”状态是可能的。

换句话说,在图像数据和扫描数据已经被获得的一个区与其它区之间标记的条件被不同地建立。因此,操作者很容易对区进行区分。

10 接下来,将参考附图详细描述本发明的第五实施例。如图 15 所示,依据本发明第五实施例的自动排列 3D 扫描数据的设备包括图案投射器 16,图像获得部分 18,移动驱动部分 20,移动机构 22,图像输入部分 24,投射控制器 28,缓冲器 32,标记发生器 90,标记单独闪烁/颜色控制器 94 和微处理器 96。

15 在全部图中,与第一实施例相同的参考数字和符号表示在功能和操作上等价的部分,为了简化,省略了对这些部分的解释。

标记发生器 90 将图像获得部分 18 能够认出的图案投射到物体的表面上。标记发生器 80 被设置有多个标记输出部分 82 用于以任意角度将多个光学标记投射到物体 10 的表面上。

20 标记发生器 90 是这样被构造的,即依据标记单独闪烁/颜色控制器 94 的控制从每个标记输出部分 92 能够选择性地投射至少两种以上的不同颜色。例如,每个标记输出部分 92 被装有两个以上的光源,

每个具有不同的颜色，使得这些光源能够被选择性地发光。

依据微处理器 96 的控制标记单独闪烁/颜色控制器 94 控制被设置在标记发生器 90 上的多个标记输出部分 92 的闪烁和单独色彩。

微处理器 96 分析由图像获得部分 18 从多个角度拍摄的 2D 图像
5 数据和 3D 扫描数据，用于将 3D 扫描数据自动排列在一个坐标系上。
详细的操作程序与本发明第一实施例中的相同。

然而，在第五实施例和第一实施例之间有一些不同。微处理器
96 依据本发明第五实施例控制标记单独闪烁/颜色控制器 94，使得被
投射到图像数据和扫描数据已经被获得的区上的标记与被投射到其
10 它区上的标记有不同的颜色。

通过依据区区分颜色，操作者用裸眼就能够很容易检查 2D 图像
数据和 3D 扫描数据是否从该区被获得，这给扫描操作提供方便。

接下来，将参考附图 16 详细描述本发明第六实施例。

如图 16 所示，自动排列 3D 扫描数据的设备包括标记发生器 12，
15 图案投射器 16，图像获得部分 18，图像输入部分 24，标记闪烁控制
器 26，投射控制器 28，缓冲器 32，旋转台 100，旋转驱动部分 102，
旋转机构 104 和微处理器 106。

在全部图中，与第一实施例相同的参考数字和符号表示在功能和
操作上等价的部分，为了简化，省略了对这些部分的解释。

20 旋转台 100 与安放在旋转台 100 上部盘上的物体 10 一起转动，
也使布置在上部盘周围的多个标记发生器 12 转动。

依据微处理器 106 的控制，旋转驱动部分 102 被驱动旋转机构

104 来转动旋转台 100，使得该物体能够被设定到适合扫描的角度。

在这里，尽管本发明第六实施例中的旋转驱动部分 102 被用来电动地转动旋转台 100，但应该很明显的是旋转机构 104 可以被手动旋转以使操作者随意控制旋转台 100。

5 另外，只要标记发生器和物体能够在固定状态被一起转动，不但旋转台 100 而且其它部分也可能在这里被应用。

微处理器 106 接收由图像获得部分 18 在多个角度拍摄的 2D 图像数据和 3D 扫描数据并分析这些数据用于将 3D 扫描数据自动排列在一个坐标系上，它的详细操作程序与第一实施例中微处理器的相同。

10 然而，在本发明第六实施例中有所不同，因为在扫描过程期间转动的是物体 10 和标记发生器 12 而不是图像获得部分 18 和图案投射器 16。

现在将参考图 17a 和 17b 详细解释这里所描述的依据本发明第六实施例的自动排列 3D 扫描数据设备的操作程序。

15 首先，微处理器 106 控制旋转驱动部分 102 驱动旋转机构 104，从而以预定角度转动旋转台 100，使得物体 10 能够被转动到适合扫描的位置（S50）。

在这样条件下，微处理器 106 控制标记闪烁控制器 26 打开安装在标记发生器 12 上的多个标记输出部分 14，从而允许多个标记投射
20 在物体 10 的表面上（S51）。

在光学标记被投射的同时，图像获得部分 18 拍摄物体 10 从而获得包含光学标记的 2D 图像，微处理器 106 经由图像输入部分 24 接收

由图像获得部分 18 得到的 2D 图像数据 (S52)。

随后,微处理器 106 控制标记闪烁控制器 26 关闭标记发生器 12, 从而防止光学标记被投射到物体 10 上 (S53)。下一步,拍摄没有标记的物体 10 的相同区并经由图像输入部分 24 接收其 2D 图像数据 5 (S54)。

另外,微处理器 106 控制投射控制器 28 驱动图案投射器 16 同时标记发生 102 被关闭以防止光学标记被投射。因此,指定的图案(例如,具有间隙的条纹的图案或者多条纹图案)被投射到物体 10 的表面用于 3D 扫描。

10 当图像获得部分 18 拍摄被投射有指定图案的物体 10 以获得 3D 扫描数据的时候,微处理器 106 经由图像输入部分 24 接收该 3D 扫描数据 (S55)。

微处理器 106 通过图像处理包含和缺少光学标记的 2D 图像数据来计算标记的 2D 位置 (S56)。

15 接着,微处理器 30 通过标记的 2D 位置和 3D 扫描数据来计算标记的 3D 位置 (S57)。也就是,通过估计连接图像获得部分 18 的相机镜头中心与 2D 图像数据中任意标记的位置的直线与 3D 扫描数据交叉的交点能够获得标记的 3D 位置。

同时,微处理器 106 识别缓冲器 32 的寄存器是否为空 (S58)。

20 作为 S58 识别的结果,如果缓冲器 32 的寄存器不空,微处理器 106 将 S57 获得的标记的 3D 位置和被包括在储存于缓冲器 32 的寄存器的 3D 扫描数据中的标记的 3D 位置进行比较,从而寻找彼此对应的

标记 (S59)。

在 S59 的寻找过程中通过比较包括在当前 3D 扫描数据中的标记和存储在缓冲器 32 的寄存器中的标记从而得到对应标记之后，微处理器 106 通过分析对应标记的关系计算转换矩阵 (S60)，并将当前扫描数据转换到基准坐标，根据该坐标定义缓冲器 32 的寄存器列出的 3D 扫描数据 (S61)，这与第一实施例中所描述的相同。

然后，微处理器 106 将标记寄存在缓冲器 32 的寄存器，作为下一次计算的参考 (S62)。接着，微处理器 106 检查从物体 10 所得到的 3D 扫描数据的自动排列是否被完成 (S63)。

作为检查的结果，如果识别出从物体 10 所得到的 3D 扫描数据的自动排列未被完成，流程返回到 S50。因此，通过依据旋转驱动部分 102 启动旋转机构 104 和将旋转台转到差不多指定角度而得到物体 10 其它区的 2D 图像数据和 3D 扫描数据。步骤 S50 到 S62 被重复执行。

从上面的描述可明显看到，本发明第六实施例被这样构造是为了允许物体 10 被移动，这样容易从比本发明第一实施例的物体相对较小的物体得到和排列 3D 扫描数据，在第一实施例中投射器和图像获得部分被构造用来移动。

在这里，标记发生器被固定在旋转台上以防止它们之间的相对移动，直到完成该扫描过程。

此时，在前面提到的实施例中使用基准坐标的排列方法有缺点，即如果被扫描区的数目很大，错误就会增加。因为在上面的方法中，是通过将一个 3D 扫描数据结合到基准坐标系来执行排列的，已经得

到的它的相邻 3D 扫描数据在其中被定义，并且排列过程在该物体的所有区上被重复。因此，在一个过程中的不小心错误在该排列结束时会被放大。

例如，图 18a 和 18b 举例说明通过扫描两个彼此重叠的相邻区而得到的两个扫描数据。虚线表示物体的实际数据，实线表示与实际数据不一致的扫描数据。

在这样的情况下，如果图 18a 和图 18b 中的任何一个扫描数据是作为参考而另一个数据被附加（排列）到该参考，在附加中错误可能增加，这导致图 9c。换句话说，被扫描区的数目增加可能增加出错的机会。

为了解决前面提到的问题，在本发明的第七和第八实施例中介绍用绝对坐标系代替基准坐标系排列 3D 扫描数据的方法。

在这些实施例中的绝对坐标系与所述的基准坐标系不同，即物体所述区的每个 3D 扫描数据被映射到绝对坐标。因此，在获得 3D 扫描数据中发生的错误没有被传递到获得的相邻 3D 扫描数据。

例如，图 19a 和 19b 举例说明从扫描两个相邻区得到的两个扫描数据，并且该扫描数据的一部分重叠。如果图 19a 和 19b 的两个扫描数据被分别转换到绝对坐标系并且如图 19d 所示被相互附加，则在两个扫描数据中分别发生的错误不会如图 19c 所示被相加，使得如此所描述的由于图像获得部分的不准确而引起的错误放大问题能够被防止。

首先，将参考附图详细描述本发明的第七实施例。

示于图 20 的依据所述第七实施例的自动排列 3D 扫描数据的设备包括标记发生器 12，投射器 16，图像获得部分 18，第一移动驱动部分 20，第一移动机构 22，标记闪烁控制器 26，投射控制器 28，缓冲器 32，大域图像获得部分 110，图像输入部分 112，第二移动驱动部分 114，第二移动机构 116，微处理器 118，和参考物体 120。在全部图中，与第一实施例相同的参考数字和符号表示在功能和操作上等价的部分，为了简化，省略了对这些部分的解释。

大域图像获得部分 110 包含用于接收图像的图像传感器，如 CCD 相机或者互补金属氧化物半导体（CMOS）相机。当标记从标记发生器 12 投射到物体 10 的表面上时，由大域图像获得部分 110 拍摄并得到其图像。大域图像获得部分 110 被从图像获得部分 18 分离定位来拍摄和获得物体 10 的大域的图像。

大域图像获得部分 110 被优选采用具有比图像获得部分 18 相对更高精确度的图像传感器来获得部分该扫描域的图像。

图像输出部分 112 从图像获得部分 18 和大域图像获得部分 110 接收图像数据。

依据微处理器 118 的驱动控制，第二移动驱动部分 114 驱动第二移动机构 116 将大域图像获得部分 110 移动到适合获得物体 10 的大部分图像的位置。

应该指出的是，尽管在本发明的第七实施例中，大域图像获得部分 110 被第二移动驱动部分 114 电动地移动，也可以通过操作第二移动机构来移动它。

在标记发生器 12 将多个光学标记投射到物体 10 的表面上同时,通过分析大域图像获得部分 110 在两个或者更多的方向所拍摄的物体 10 和参考物体 120 的图像数据,微处理器 118 计算该大扫描域的每个标记的 3D 位置。由此得到的标记的 3D 位置作为绝对坐标系。

5 另外,微处理器 118 经由图像输入部分 112 接收由图像获得部分 18 在多个角度拍摄的多个 2D 图像数据和 3D 扫描数据,并分析它们,将每个 3D 扫描数据转换到该绝对坐标系,导致物体 10 的全部 3D 扫描数据的排列。

所述参考物体 120,其尺寸(尺度)信息被预先输入到微处理器
10 118 的指定形状的物体,被靠近物体 10 放置。参考物体 120 的图像经由大域图像获得部分 110 与物体 10 的图像一起获得。

因此所解释的根据本发明的第七实施例用于自动排列 3D 扫描数据的装置的操作过程现在将参考图 21a 和 21b 中所示的流程图进行详细描述。

15 首先,物体 10 被放置在标记发生器 12 旁边,且参考物体 120 被设置在物体 10 附近的指定位置。然后,微处理器 118 控制第二移动驱动部分 114 驱动第二移动机构 116,以便大域图像获得部分 110 移动到适合扫描物体 10 的位置。

下一步,微处理器 118 控制标记闪烁控制器 26 启动在标记发生
20 器 12 被装配的多个标记输出部分 14,因此多个标记可以被任意投射在物体 10 的表面上(S70)。

物体 10 的大域和参考物体 120 被大域图像获得部分 18 拍照,以

获得包括光学标记的 2D 图像数据。然后微处理器 118 经由图像输入部分 112 接收从大域图像获得部分 110 获得的 2D 图像数据 (S71)。

在图 23 中, 显示了包括经由大域图像获得部分 110 获得的物体 10 的整个域和参考物体 120 的图像的示例。符号 “RM” 表示投射在物体 10 的表面上的光学标记, 而参考符号 “BI” 指的是由大域图像获得部分 110 所获得的图像。

下一步, 微处理器 118 控制第二移动驱动部分 114 驱动第二移动机构, 以便将大域图像获得部分 118 移动至适合扫描物体 10 的另一部分的位置 (S72)。

10 下一步, 微处理器 118 控制大域图像获得部分 118 对包括参考物体 120 的物体 10 的大域进行拍照, 因此在不同于 S71 的方向获得包括光学标记的 2D 图像。该 2D 图像经由图像输入部分 112 被微处理器 118 接收 (S73)。

微处理器 118 然后控制标记闪烁控制器 26 关断标记发生器 12, 15 由此防止光学标记被投射在物体 10 的表面上 (S74)。

微处理器 118 结合由大域图像获得部分 110 在不同方向获得的物体 10 的大域的 2D 图像并根据已知的参考物体 120 的维度 (dimension) 计算包括在所结合的 2D 图像中标记 (S75)。下一步, 微处理器 118 寄存如此计算的每个标记的 3D 位置在缓冲器 32(S76)。

20 接着, 微处理器 118 控制第一移动驱动部分 20 驱动第一移动机构 22, 因此与图案投射器 16 集成的图像获得部分 18 被移动至适合扫描物体 10 的位置 (S77)。

在上述环境下，微处理器 118 控制标记闪烁控制器 26 接通在标记发生器 12 被装配的多个标记输出部分 14，以允许多个标记被任意投射在物体 10 的表面上（S78）。

在图像获得部分 18 对物体 10 的大域的一部分（见图 23 中的
5 “NI”）进行拍照，同时光学标记被投射在物体 10 的表面上，微处理器 18 接收经由图像输入部分 112 被图像获得部分 18 获得的 2D 图像数据（S79）。

下一步，微处理器 118 控制标记闪烁控制器 26 关断标记发生器 12，由此防止光学标记被投射在物体 10 的表面上（S80）。在这种条件
10 下，上述大域的相同部分被图像获得部分 18 拍照，以获得不包括光学标记的 2D 图像。该获得的 2D 图像数据因此经由图像输入部分 112 被输入至微处理器中（S81）。

而且，微处理器 118 控制投射控制器 28 激活图案投射器 16，同时标记发生器 12 被关断以避免光学标记被投射，因此预定的图案（例
15 如，具有彼此之间具有不同间隙的条的图案或多条图案）被投射在物体 10 的表面上。

当具有图案的被投射的物体 10 被图像获得部分 18 所投射以获得 3D 扫描数据时，微处理器 118 经由图像输入部分 112 接收该 3D 扫描数据（S82）。在这种环境下，微处理器 118 通过对包括标记的该 2D
20 图像数据和不包括标记的 2D 图像数据进行图像处理来计算标记的 2D 位置（S83）。

微处理器 118 从标记的 2D 位置和 3D 扫描数据计算标记的 3D 位

置。也就是说，标记的 3D 位置可以通过估计连接图像获得部分 18 的摄像机透镜中心和 2D 图像数据中的三个任意标记的位置的直线与 3D 扫描数据相交的交点而获得（S84）。

接下来，微处理器 118 将在 S84 发现的标记的 3D 位置与在 S76
5 存储在缓冲器 32 的寄存器中的标记相比较，以搜索对应的标记，换句话说，就是与其 3D 位置中相同的标记（S85）。

当采用存储在缓冲器 32 中的寄存器中的标记通过比较包括在当前 3D 扫描数据中的光学标记，对应的标记被发现时，微处理器 118
10 计算转换矩阵，以将当前 3D 扫描数据中的标记转换为绝对坐标系（S86）。然后，当前扫描数据被转换矩阵移动以便被排列在绝对坐标系上，由此存储在缓冲器 32 的寄存器中的标记的 3D 位置被限定（S87）。

下一步，微处理器 118 判别关于从物体 10 获得的 3D 数据的自动排列是否完成，换句话说，从物体 10 的部分获得的 3D 数据是否被全
15 部排列（S88）。

如果没有完成，流程返回到 S77。因此，微处理器控制第一移动驱动部分 20 以驱动第一移动机构 22，由此投射器 16 和图像获得部分 18 被移动至适合扫描物体但还没有扫描的位置。步骤 S77 至步骤 S78 被重复执行。

20 虽然在第七实施例中，大域图像获得部分和图像获得部分被引入两个不同的元件，但可能优选的是一个图像获得部分用于获得物体的大域的图像和物体的大域的部分图像二者。

下一步，参考附图 24 对本发明的第八实施例进行详细描述。

根据图 24 所示的本发明的第八实施例使用光学标记动态排列 3D 扫描数据的设备包括标记发生器 12、图案投射器 16、图像获得部分 18、移动驱动部分 20、移动机构 22、标记闪烁控制器 26、投射控制
5 器 28、缓冲器 32、一对或多个大域图像获得部分 130 和 132、图像输入部分 134 和一个微处理器 136。这些图中，相同的参考数字和符号用于指定在功能和操作上与第一实施例中相等同的部分，而且为简单起见，对这些部分的描述被忽略。

这一对大域图像获得部分 130 和 132 包括图像传感器，用于接收
10 图像，例如 CCD 摄像机或 CMOS 摄像机。该摄像机被相互固定，而且它们捕捉来自不同角度的相同物体的图像，其方法称为 Stereo Vision。

大域图像获得部分 130 和 132 被优选采用比图像获得部分 10 具有相对较高分辨率的图像传感器，用于获得该域的部分的图像。图像
15 输入部分 134 旨在用于接收图像获得部分 18 和大域获得部分 130 和 132 所获得的图像数据。

微处理器 136 通过分析在两个不同方向由大域图像获得部分 130 和 132 所拍照的物体 10 的图像数据为大扫描域计算每个标记的 3D 位置，同时多个光学标记被标记发生器 12 投射在物体 10 的表面上。因
20 此所获得的标记的 3D 位置作为绝对坐标系。

而且，微处理器 136 经由图像输入部分 134 接收由图像获得部分 18 在各个角度所拍照的多个 2D 图像数据和 3D 扫描数据，并分析它

们，而且将每个 3D 扫描数据转换为绝对坐标，其导致物体 10 的整体 3D 扫描数据的排列。

下一步，参考图 25a 和 25b 所示的流程图详细描述根据本发明第八实施例用于自动排列 3D 扫描数据的设备的操作过程。

- 5 首先，预定的物体 10 被放置在标记发生器 12 旁边，且微处理器 136 控制标记闪烁控制器 26 接通在标记发生器 12 出所装配的多个标记输出部分 14，允许多个标记被任意投射在物体 10 的表面上 (S90)。

当物体 10 的大域被大域图像获得部分 130 和 132 在不同方向以重叠方式被投射时，微处理器 118 分别经由图像输入部分 134 接收来自大域图像获得部分 130 和 132 的两个 2D 图像数据，同时来自标记发生器 12 的光学标记被投射在物体 10 上 (S91)。

图 26 所示为由大域图像获得部分 130 和 132 所获得的物体 10 的大扫描域的图像的示例。参考符号“RM”表示投射在物体 10 的表面的光学标记，“BI-1”是由大域图像获得部分 132 所获得的图像，且“BI-2”是由由大域图像获得部分 130 所获得的图像。

接下来，微处理器 136 控制标记闪烁控制器 26 关断标记发生器 12，由此防止光学标记被投射在物体 10 的表面上 (S92)。

根据在两个不同方向由大域图像获得部分 130 和 132 所拍照的两个 2D 图像数据 (S93)，微处理器 136 计算包括在物体的大扫描域内的标记的 3D 位置。换句话说，从这对大域图像获得部分 130 和 132 的位置和投射在物体 10 上的每个标记的 2D 位置之间的关系，每个标记的 3D 位置被三角测量计算，其细节在后面被解释。下一步，微处

理器 136 寄存如此被计算每个标记的 3D 位置在缓冲器 32 的寄存器中 (S94)。

微处理器 136 然后控制移动驱动部分 20 驱动移动机构 22，由此与图案投射器 16 结合的图像获得部分 18 移动至适合扫描物体 10 的位置 (S95)。

在这种条件下，微处理器 136 控制标记闪烁控制器 26 接通在标记发生器 12 处装配的多个标记输出部分 14，由此将多个标记任意投射在物体 10 的表面上 (S96)。

当物体 10 的大扫描域外的一部分 (图 26b 中的 “NI”) 被图像获得部分 18 拍照，以获得包括光学标记的 2D 图像数据，微处理器 136 经由图像输入部分 134 接收 2D 图像数据 (S97)。

接下来，微处理器 136 控制标记闪烁控制器 26 关断标记发生器 12，防止光学标记被投射在物体 10 上 (S98)。在这种条件下，当上述相同的部分被图像获得部分 18 拍照，以获得不包括光学标记的 2D 图像数据，微处理器 136 经由图像输入部分 112 接收该 2D 图像数据 (S99)。

而且，微处理器 136 控制投射控制器 28 激活图案投射器 16，同时标记发生器 12 被关断，以避免光学标记被投射。因此，预定的图案 (例如，具有相互之间有不同间隙的条的图案或多条的图案) 被投射在物体 10 的表面上。

当具有图案的被投射的物体 10 被图像获得部分 18 拍照以获得 3D 扫描数据时，微处理器 136 经由图像输入部分 112 接收该 3D 扫描

数据 (S100)。

在这种环境下，微处理器 136 分析包括标记的 2D 图像数据和不包括标记的 2D 图像数据，以计算标记的 2D 位置 (S101)。

而且，微处理器 136 根据标记的 2D 位置和 3D 扫描数据计算标记的 3D 位置 (S102)。也就是说，标记的 3D 位置可以通过估计连接图像获得部分 18 的相机透镜中心和 2D 图像数据中的任意标记的位置的直线与 3D 扫描数据相交的交点而获得。

接下来，微处理器 136 比较在 S102 所发现的标记的 3D 位置和在 S94 存储在缓冲器 32 的寄存器中的标记的 3D 位置，以搜索相应的标记 (S103)。

当通过上述的标记搜索步骤发现相应的标记时，微处理器 136 计算转换矩阵，以转换当前 3D 扫描数据中的标记 (S104)。当前扫描数据可以由转换矩阵移动，以便被排列在绝对坐标上，缓冲器 32 的寄存器中存储的标记的 3D 位置由此被限定 (S105)。

下一步，微处理器 136 参考从物体 10 获得的 3D 数据判断自动排列是否完成，换句话说，从对于物体 10 的整个扫描数据域的部分所获得的 3D 扫描数据是否被全部排列 (S106)。

如果没有完成，流程返回到 S95。因此，微处理器控制移动驱动部分 20，用于驱动移动机构 22，由此图案投射器 16 和图像获得部分 18 被移动至适合扫描物体但尚未被扫描的位置。步骤 S95 至步骤 S106 被重复执行。

虽然在第八实施例中，一对大域图像获得部分、一个图像获得部

分和一个标记发生器单独配置，但作为一种改进，这对大域图像获得部分和标记发生器可以被结合配置。在这种情况下，这可以是更方便的，因为无需根据光学标记被投射的域设置这对大域图像获得部分的位置。

- 5 作为本发明第八实施例的另一种改进，一对大域图像获得部分和一个图像获得部分被结合构建。在这种情况下，在获得绝对坐标的过程中，扫描域可以变得稍小且精度也可以降低，然而，在获得扫描域的图像的部分过程中，没有必要以重叠的方式拍照。因此，扫描过程的数量可以减少。

- 10 下面将详细解释上述本发明的第八实施例的原理。

本发明第八实施例中所公开的大域图像获得部分 130 和 132 可以被两个面向一个物体的摄像机模型化，其可以根据应用领域被改进。在第八实施例中，两个摄像机被平行设置，如图 27 所示。图 27 中的变量定义如下。

- 15 X: 将被获得的一个点的位置
 b: 摄像机透镜中心之间的基线距离
 f: 摄像机的焦距
 B: 由每个摄像机所获得的图像平面
 Xl, Xr: 图像平面上的点的图像的相应位置
- 20 P, Q: 每个摄像机的透镜中心

一种通过使用立体图像来获得点的位置的方法可以在公式(方程式) 15 和 16 中被限定。

公式 15

$$\frac{x'_l}{f} = \frac{x+b/2}{z}, \text{ 和 } \frac{x'_r}{f} = \frac{x-b/2}{z}$$

$$\frac{y'_l}{f} = \frac{y'_r}{f} = \frac{y}{z}$$

$$\frac{x'_l - x'_r}{f} = \frac{b}{z}$$

5 公式 16

$$x = b \frac{(x'_l + x'_r)/2}{x'_l - x'_r}, \quad y = b \frac{(y'_l + y'_r)/2}{x'_l - x'_r}, \quad z = b \frac{f}{x'_l - x'_r}$$

下一步，结合附图描述本发明的第九实施例。

在本发明的第九实施例中，多个投射器、图像获得部分和标记发
生器被安排在物体的周围，使得投射器和图像获得部分无需移动以获
10 得与物体的整个扫描域相关的 2D 图像和 3D 扫描数据，并且一个扫描
操作使得获得 2D 图像和 3D 扫描数据称为可能，由此简化了工作且缩
短了其中消耗的时间。

图 28 所示为示出根据本发明第九实施例使用光学标记自动排列
3D 扫描数据的设备的构建示意图，其中该设备包括 N 个标记发生器
15 142、M 个图案投射器 146、L 个图像获得部分 148、一个图像输入部
分 150、一个投射控制器 152、一个标记闪烁控制器 154、一个微处
理器 156 和一个缓冲器 158。

N 个标记发生器 142，旨在将由图像获得部分 148 可识别的标记
投射在一个物体的表面上，被设置有多个标记输出部分 144，用于将
20 多个光学标记以任意的扫描方向投射在物体 10 的整个表面上。

N 个标记发生器 142 指向物体 10，且彼此离开一个预定的间隔，而且标记被如此排列以便覆盖整个物体。

M 个图案投射器 146 将预定的图案或激光条图案投射在物体 10 的表面上，以获得 3D 扫描数据。LCD 投射器可以用于将空间编码束
5 或激光束投射在物体 10 的表面上，由此经由图像获得部分 148 获得 3D 扫描数据。

M 个图案投射器 146 指向物体 10，且彼此离开一个预定的间隔，从每个图案投射器 146 投射的空间编码束被制作以覆盖物体 10 的整个域。

10 包括能接收图像的图像传感器的 L 个图像获得部分 148，例如 CCD 摄像机或 CMOS 摄像机拍照并获得物体 10 的图像。优选的是 L 个图像获得部分 148 中的每一个与一个单独的图案投射器 146 结合，而不是被分离。

而且，N 个图像获得部分 148，如图 28 所示，指向物体 10，且
15 彼此离开一个预定的间隔，图像获得部分 148 的扫描域覆盖物体 10 的整个域。

图像输入部分 150 接收从 L 个图像获得部分 148 获得的每个图像数据，且投射控制器 152 控制图案膜（pattern film）的传送速度和传送方向以及光源的闪烁周期，以便投射图案膜。

20 标记闪烁控制器 154 根据微处理器 156 的控制周期性地闪烁来自 N 个标记发生器 142 的光学标记。

微处理器 156 分别根据从 L 个图像获得部分 148 所获得的 2D 图

像数据和 3D 扫描数据计算在每个域上的标记的 3D 位置，并根据标记的 3D 位置在每个重叠域上搜索相应的标记，并通过使用相应的标记计算转换矩阵。结果是，微处理器 156 通过转换矩阵排列每个 3D 扫描数据。缓冲器 158 存储用于计算所必需的数据及其所得数据。

5 因此，下一步，结合图 29 所示的流程图详细描述根据本发明第九实施例使用光学标记自动排列 3D 扫描数据的设备的操作过程。

首先，物体 10 被放置在适合扫描的位置，N 个标记发生器 142、M 个图案投射器 146 和 L 个图像获得部分 148 被设置在物体 10 周围。然后，微处理器 156 控制标记闪烁控制器 154 启动多个标记输出部分
10 144，其每一个被装配在 N 个标记发生器 142，由此允许多个标记被任意投射在物体 10 的表面上（S110）。

当物体 10 的扫描域从每 L 个图像获得部分 148 被拍照以获得 2D 图像同时光学标记被投射在物体 10 的表面上时，微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收从 L 个图像获得部分 148 获得的 L 个 2D 图像
15 数据（S111）。

接下来，微处理器 156 控制标记闪烁控制器 154 关断 N 个标记发生器 142，由此防止光学标记被投射在物体的表面上（S112）。在这种条件下，当上述物体 10 的相同域被每个 L 个图像获得部分 148 拍照以获得不包括光学标记的 L 个 2D 图像时，微处理器 156 经由图像
20 输入部分 150 接收 L 个 2D 图像数据（S113）。

而且，微处理器 156 控制投射控制器 152 操作 M 个投射器 146，同时 N 个标记发生器 142 被关断，以防止光学标记被投射。因此，预

定的图案(例如,具有彼此之间具有不同间隙的条的图案或多条图案)从 M 个图案投射器 146 被投射在物体 10 的表面上。

当具有图案的被投射的物体 10 被 L 个图像获得部分 148 拍照以获得 L 个 3D 扫描数据时,微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收 5 L 个 3D 扫描数据 (S114)。在这种环境下,微处理器 156 通过对包括标记的该 2D 图像数据和不包括标记的 2D 图像数据进行图像处理来计算标记的 2D 位置 (S115)。

而且,微处理器 156 从标记的 2D 位置和 3D 扫描数据计算标记的 3D 位置 (S116)。也就是说,标记的 3D 位置可以通过估计连接 L 个 10 图像获得部分 18 的摄像机透镜中心和 2D 图像数据中的任意标记的位置的直线与 3D 扫描数据相交的交点而获得。

接下来,微处理器 118 将该标记的 3D 位置与 L 个 3D 扫描数据比较,以搜索相应的标记 (S117)。

当通过搜索过程发现相应的标记时,微处理器 156 计算转换矩阵,以转换当前 3D 扫描数据中的标记 (S118)。L 个 3D 扫描数据中 15 的一个被建立作为基准坐标,而当前 3D 扫描数据根据所得到的用于排列的转换矩阵移动 (S119)。

其次,结合附图详细描述本发明的第十实施例。本发明第十实施例的元件几乎和第九实施例的相同,然而,操作过程彼此不同。因此, 20 第十实施例将基于图 28 所示的第九实施例的配置和图 30 所示的流程图进行描述。

首先,其维数已知的参考物体被放置在适合扫描的位置,且 N

个标记发生器 142、M 个图案投射器 146 和 L 个图像获得部分 148 被分别设置在参考物体周围。为校准，参考物体可以被特定制造，或者如果其维数已知可以是实际的物体。

在这种条件下，微处理器 156 控制标记闪烁控制器 154 关断在 N 5 个标记发生器 142 装配的相应的标记输出部分 144，以允许多个标记被任意投射在参考物体的表面上（S120）。

微处理器 156 执行校准，以搜寻参考物体和 L 个图像获得部分 148 之间的相关（S121）。下面描述其详细的操作过程。

在步骤 S121，来自 N 个标记发生器 142 的光学标记被投射在参 10 考物体的表面上，而且当物体 10 的扫描域被 L 个图像获得部分 148 拍照以获得包含光学标记的 2D 图像时，微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收 L 个 2D 图像数据。

接下来，微处理器 156 控制投射控制器 152 操作 M 个图案投射器 146。因此，预定的图案（例如，具有彼此之间具有不同间隙的条的 15 图案或多条图案）从 M 个图案投射器 146 被投射在参考物体的表面上。当具有图案的被投射的参考物体被 L 个图像获得部分 148 拍照以获得 L 个 3D 扫描数据时，微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收 L 个 3D 扫描数据。

在这种条件下，微处理器 156 通过计算分别连接 L 个图像获得部 20 分 148 中装配的摄像机的每个中心与每个 2D 图像数据中包括的标记的直线与 3D 扫描数据相交的交点来估计 L 个 3D 扫描数据中的标记的 3D 位置。

接下来,微处理器 156 将标记的 3D 位置与每个 L 个 3D 扫描数据作比较,以搜索对应的标记,并从对应标记的关系计算转换矩阵。然后,微处理器 156 寄存获得的转换矩阵于缓冲器 158 的寄存器中,由此在 S121 完成了校准。

- 5 当在 S121 完成所述的校准后,参考物体被移走,且物体 10 被放置在参考物体曾经被移走的地方,且微处理器 156 控制标记闪烁控制器 154 关断 N 个标记发生器 142,由此防止光学标记被投射在物体 10 的表面上 (S122)。

在这种环境下,当物体 10 的扫描域被 L 个图像获得部分 148 拍照以
10 照以获得不包括光学标记的 L 个 2D 图像时,微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收 L 个 2D 图像数据。

而且,微处理器 156 控制投射控制器 152 激活 M 个图案投射器 146,同时 N 个标记发生器 142 关断以防止光学标记被投射。因此,预定的图案(例如,具有彼此之间具有不同间隙的条的图案或多条图
15 案)从 M 个图案投射器 146 被投射在物体 10 的表面上。

当具有图案的被投射的物体 10 被 L 个图像获得部分 148 拍照以获得 L 个 3D 扫描数据时,微处理器 156 经由图像输入部分 150 接收 L 个 3D 扫描数据 (S124)。

微处理器 156 读出存储在缓冲器 158 的寄存器中的转换矩阵,并
20 设置 L 个 3D 扫描数据中的一个为基准,并通过转换矩阵移动 L-1 个 3D 扫描数据 (S125)。

当对于另一个物体或相同物体,扫描为必需时,从 S121 至 S123

的校准可被忽略。由于 3D 扫描数据可由存储在缓冲器 158 的寄存器中的转换矩阵排列，扫描时间可被减少。然而，如果需要，从 S121 至 S123 的校准可对每次扫描执行，且可根据操作者的意愿或系统配置被容易地改变，改进或变更。

- 5 下一步，描述本发明的第十一实施例。第十一实施例提供了不同于本发明的第一至第十实施例中使用的标记发生器和外围设备。

第十一实施例的标记发生器，如图 31 所示，包括多个 X 轴的光源、一个闪烁控制器、一个绕 X 轴旋转的多面体镜 164、一个旋转驱动部分 166、一个旋转机构 168、多个 Y 轴的光源 170、一个闪烁控制
10 器 172、一个绕 Y 轴旋转的多面体镜 174、一个旋转驱动部分 176 和一个旋转机构 178。

多个 X 轴的光源 160 产生具有极佳直线传播特性的束，例如被发射到多面体镜 164 的反射表面的激光束。X 轴的光源可以是，例如，激光指点器。闪烁控制器 162 根据一个微处理器（未示）的控制闪烁
15 每个光源 160。

被装配有多个反射表面的多面体镜 164 被旋转机构 168 旋转，以反射多个束，由此将多个束投射在一个物体（OB）的表面上。旋转驱动部分 166 驱动旋转机构 168 旋转多面体镜至一个方向，以响应微处理器的控制。

- 20 多个 Y 轴的光源 170 产生具有极佳直线传播特性的束，例如被发射到多面体镜 174 的反射表面的激光束。光源可以是，例如，激光指点器。闪烁控制器 172 根据一个微处理器（未示）的控制闪烁每个光

源。

被装配有多个反射表面的多面体镜被旋转机构 178 旋转，以反射多个束，由此将多个束投射在物体（OB）的表面上。旋转驱动部分 176 驱动旋转机构 178 旋转多面体镜至一个方向，以响应微处理器的

5 控制。

下一步，因此详细解释本发明第十一实施例的标记发生器的操作过程。

首先，由旋转驱动部分 166 和旋转驱动部分 176 产生的驱动功率根据微处理器的控制信号被施加至旋转机构 168 和旋转机构 178、分

10 别被驱动功率驱动的旋转机构 168 和旋转机构 178 旋转多面体镜 164 和 174。

当光源 160 和 170 被闪烁控制器 162 和 172 点亮以响应微处理器的控制信号时，由多个光源 160 和 170 产生的束被发射至多面体镜 164 和 174 的反射表面。然后，束被投射在物体（OB）的表面上。

15 多面体镜 164 和 174 被旋转以使反射表面的角度不同。因此，在物体（OB）的表面上，多个束的线在 X 轴和 Y 轴方向形成，而且 X 轴和 Y 轴的线相交的交点分别变成光学标记（RM）。

例如，如果 X 轴的光源的数量是 m ，且 Y 轴的光源的数量是 n ，交点的 $m*n$ 数量可以形成在物体（OB）的表面上，且交点的 $m*n$ 数量

20 变成相应的光学标记（RM）。因此，采用较少数量的光源产生相对较大数量的光学标记是可能的。

虽然参考附图结合其优选实施例对本发明进行了充分描述，但应

注意的是各种修改和改进对本领域的技术人员是显而易见的。这样的修改和改进应被理解为如后附的权利要求所限定的本发明的范围内，除非其脱离。

由上述内容显而易见的得出，本发明的公开提供了一种使用光学

5 标记自动排列从不同角度和位置获得的 3D 扫描数据的设备和方法。

因此本发明的优点是：不具有实物量的光学标记用于找出双向不同扫描数据的相对位置，使得扫描数据不被丢失或损坏，即使在标记存在部位。另一个优点是：扫描物体，无需将标记放置在物体上或将标记从物体上移走，因此扫描过程中提供了方便和安全，且防止对作为

10 附着和移走标记的结果的物体的损坏。还有一个优点是：本发明可以被无限使用。

图1

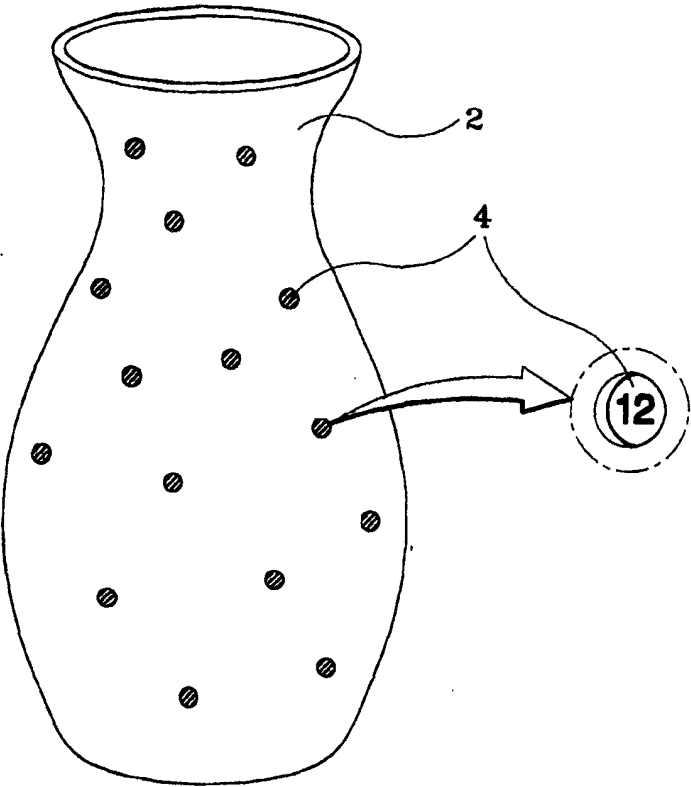
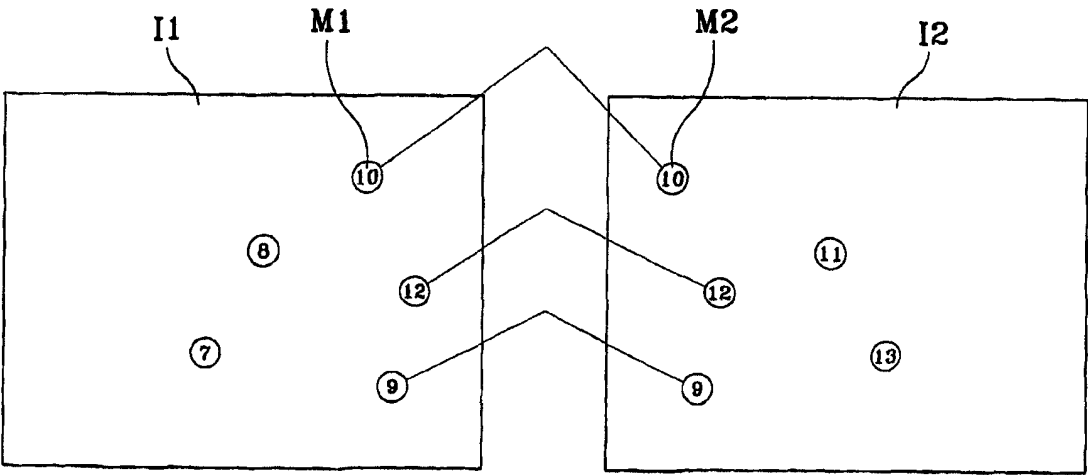


图2



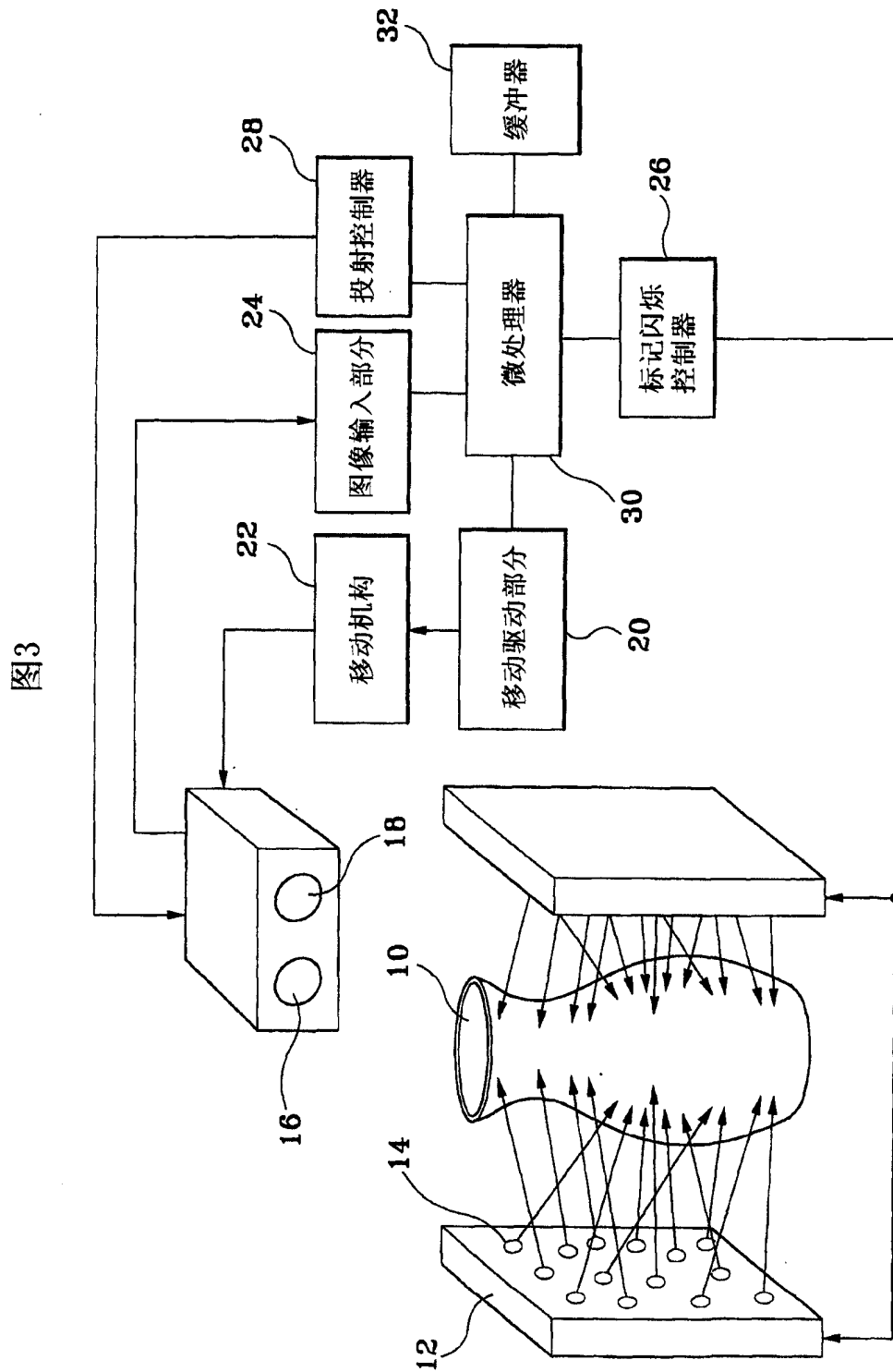


图4a

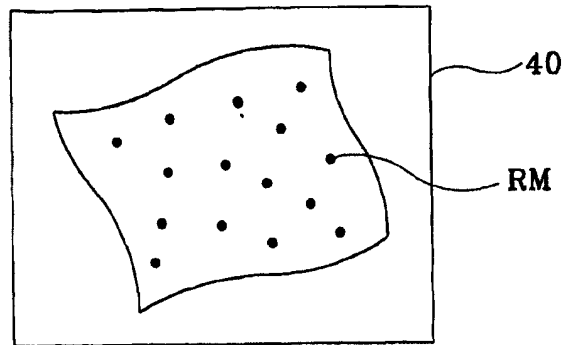


图4b

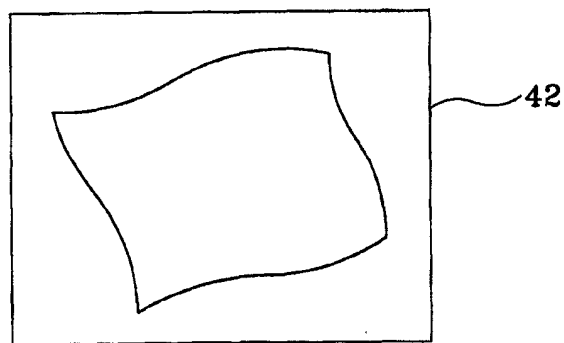


图4c

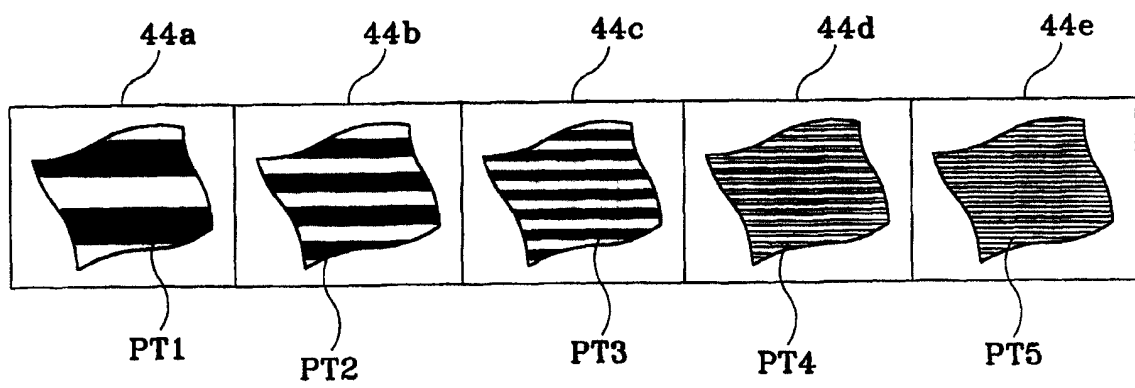


图5

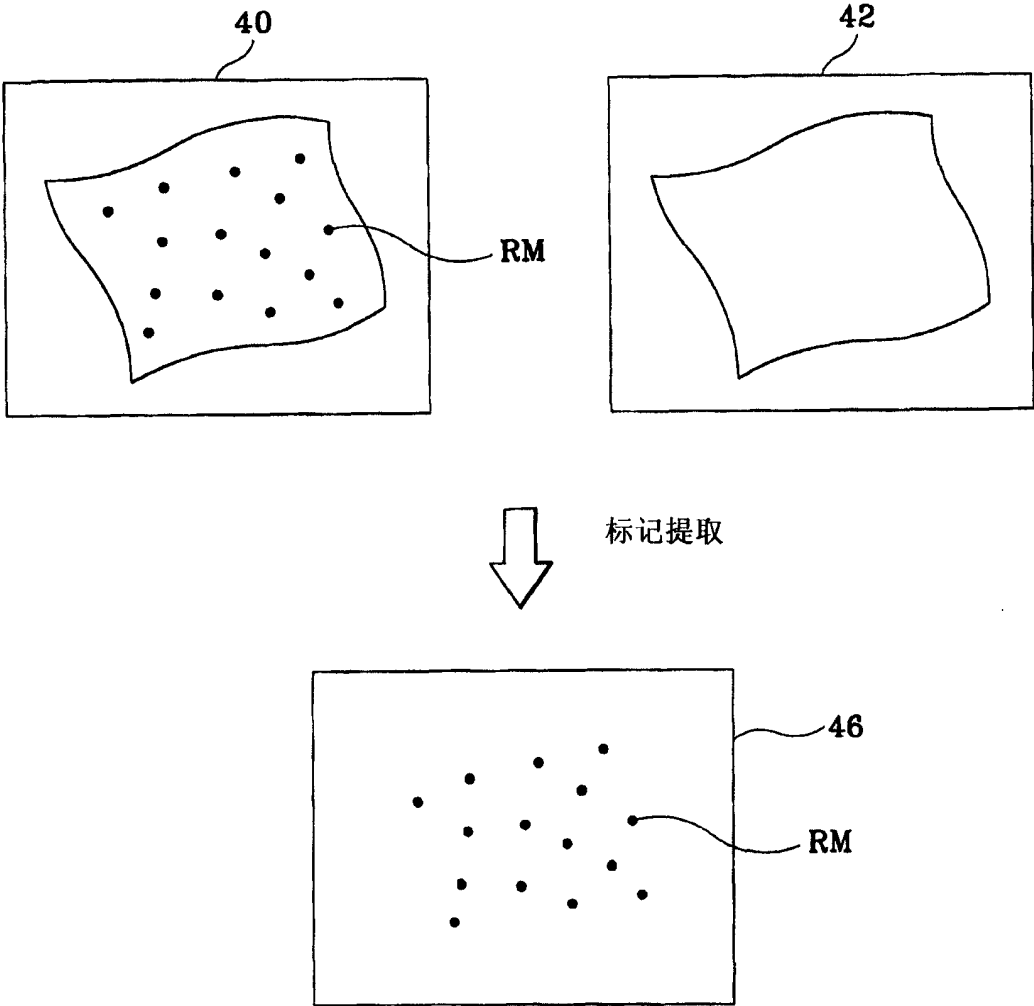


图6

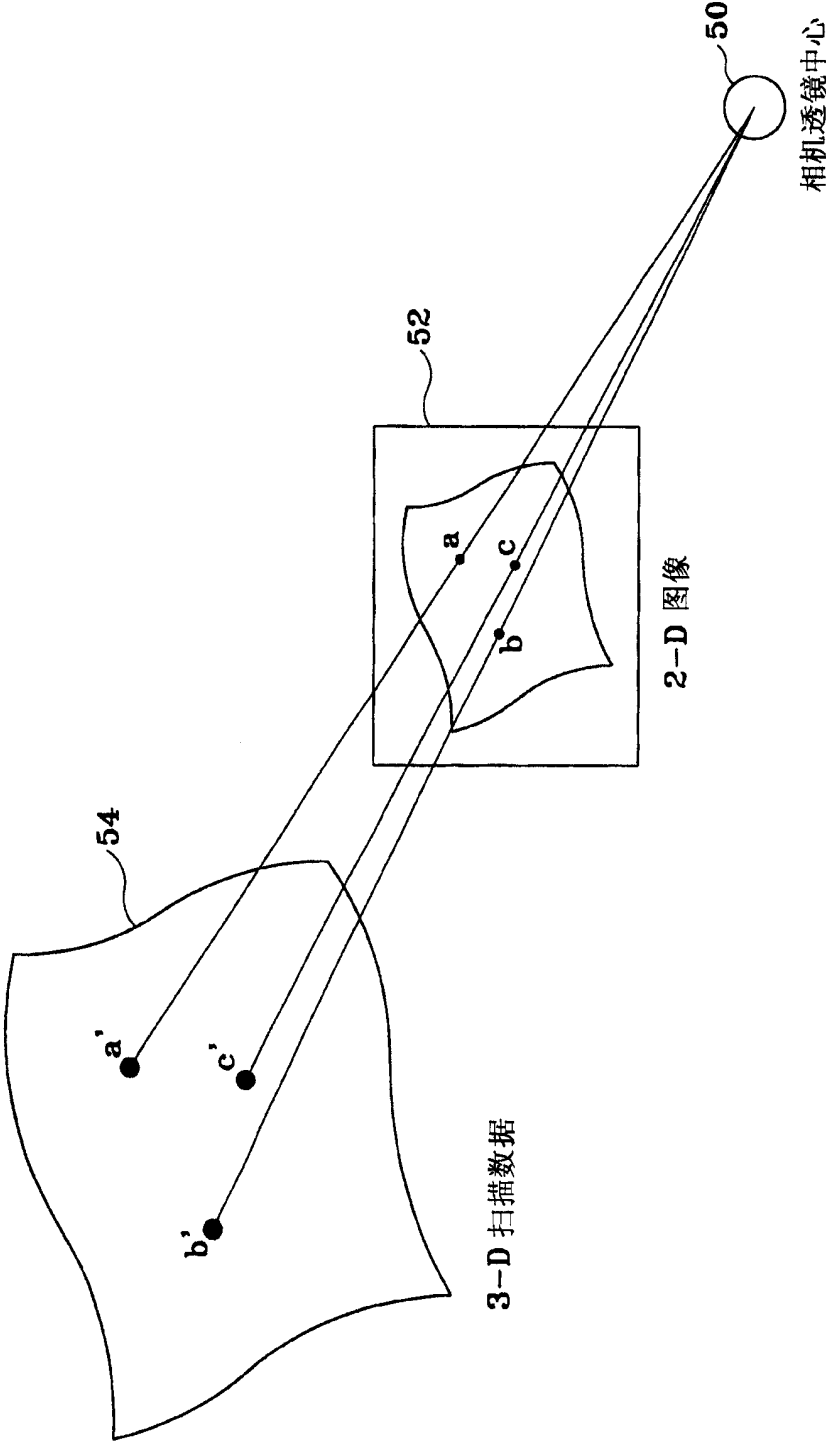


图7a

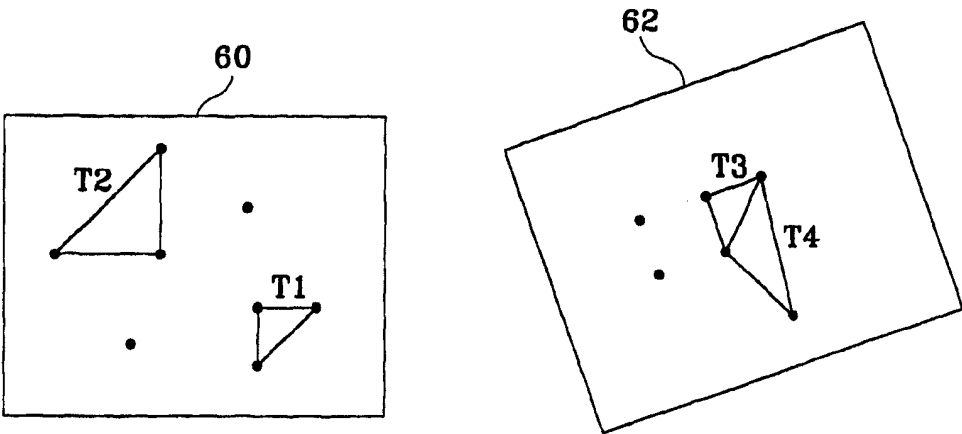


图7b

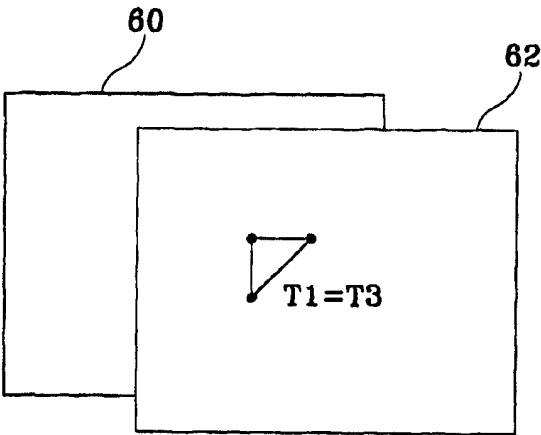


图8a

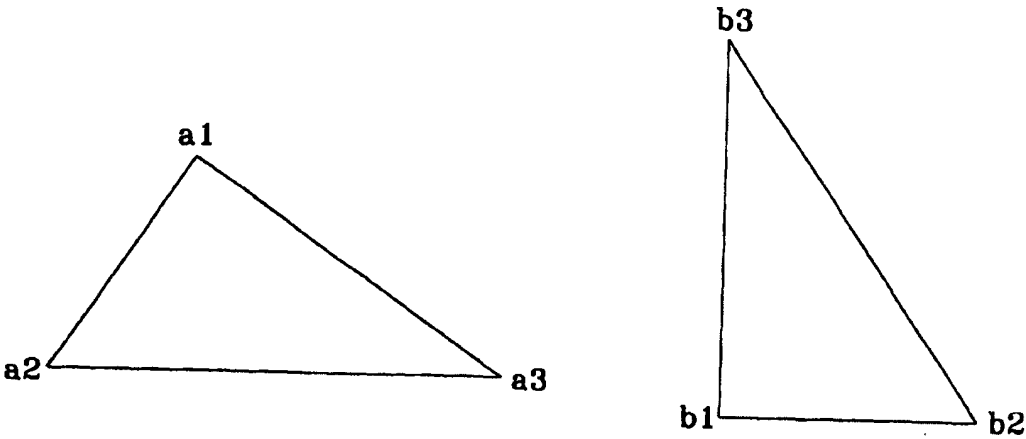


图8b

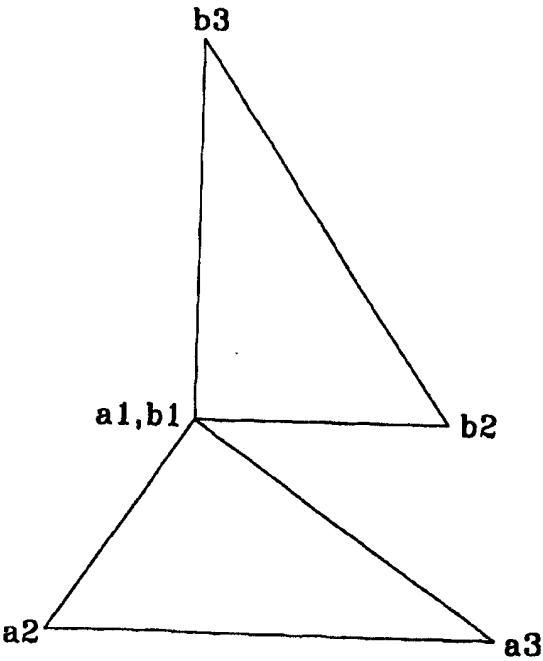


图8c

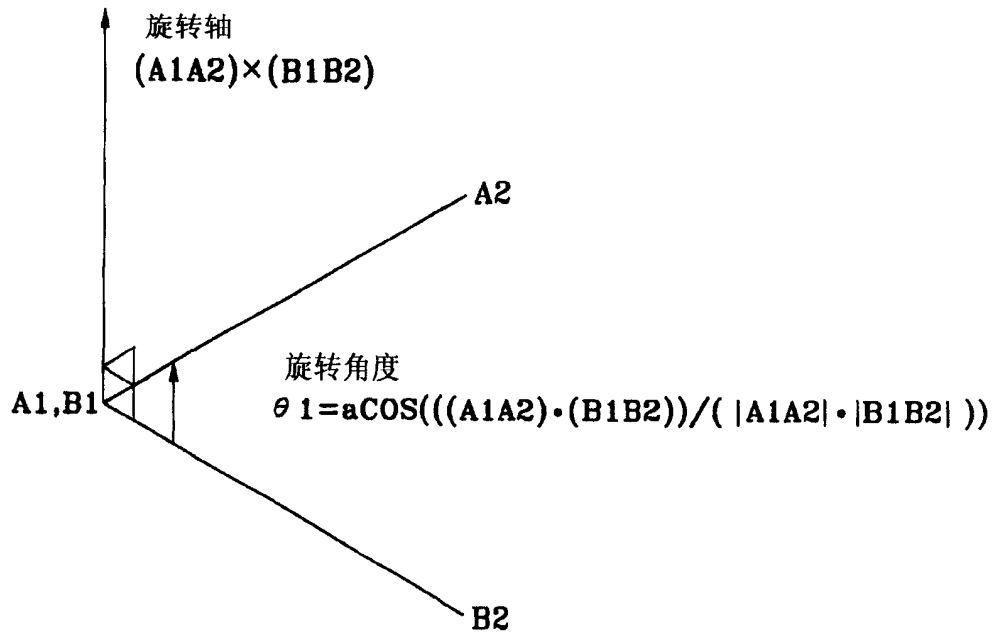


图8d

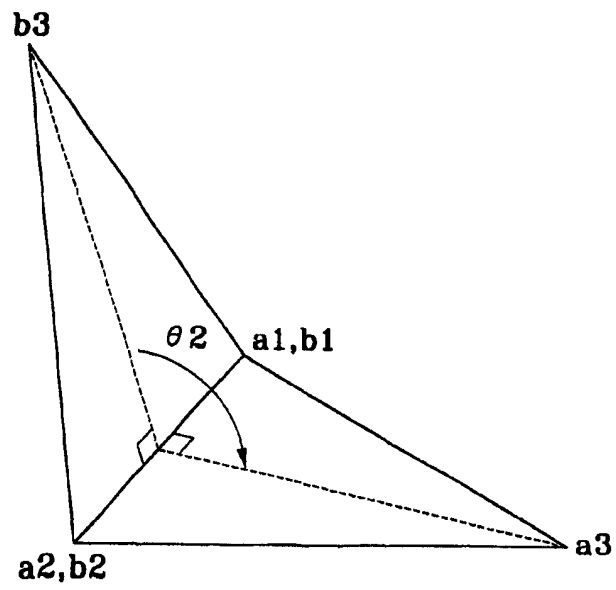


图9

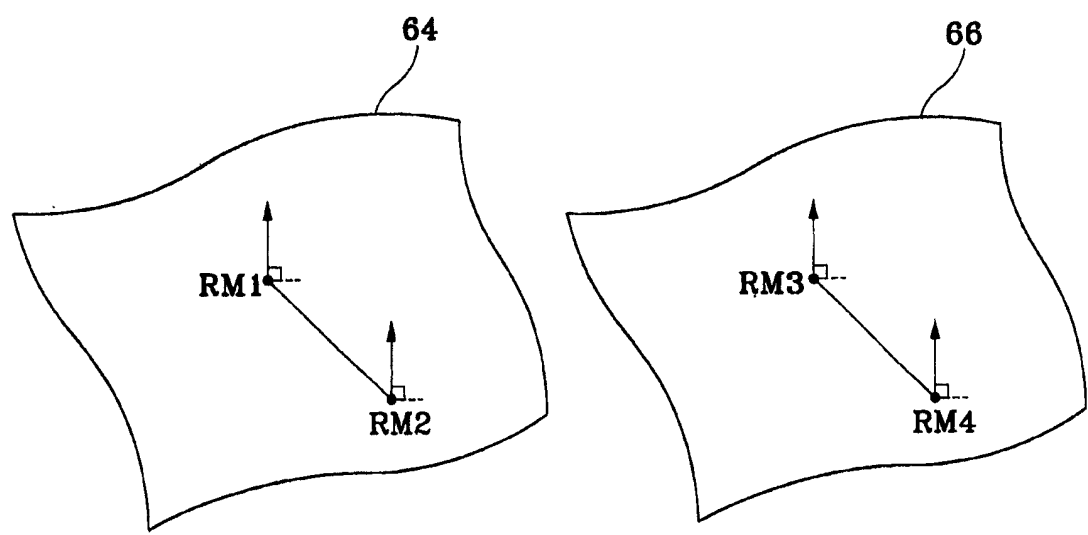


图10a

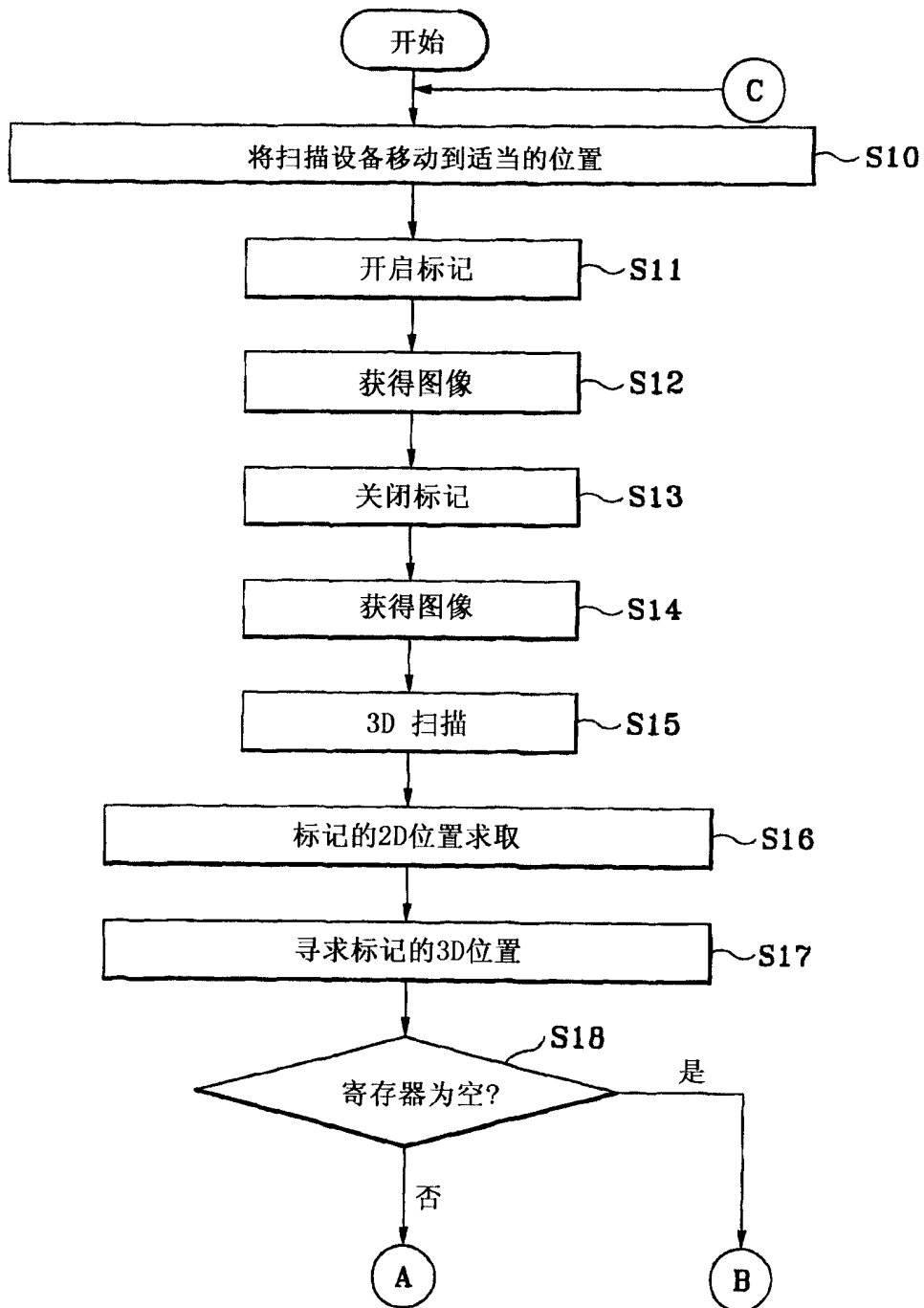
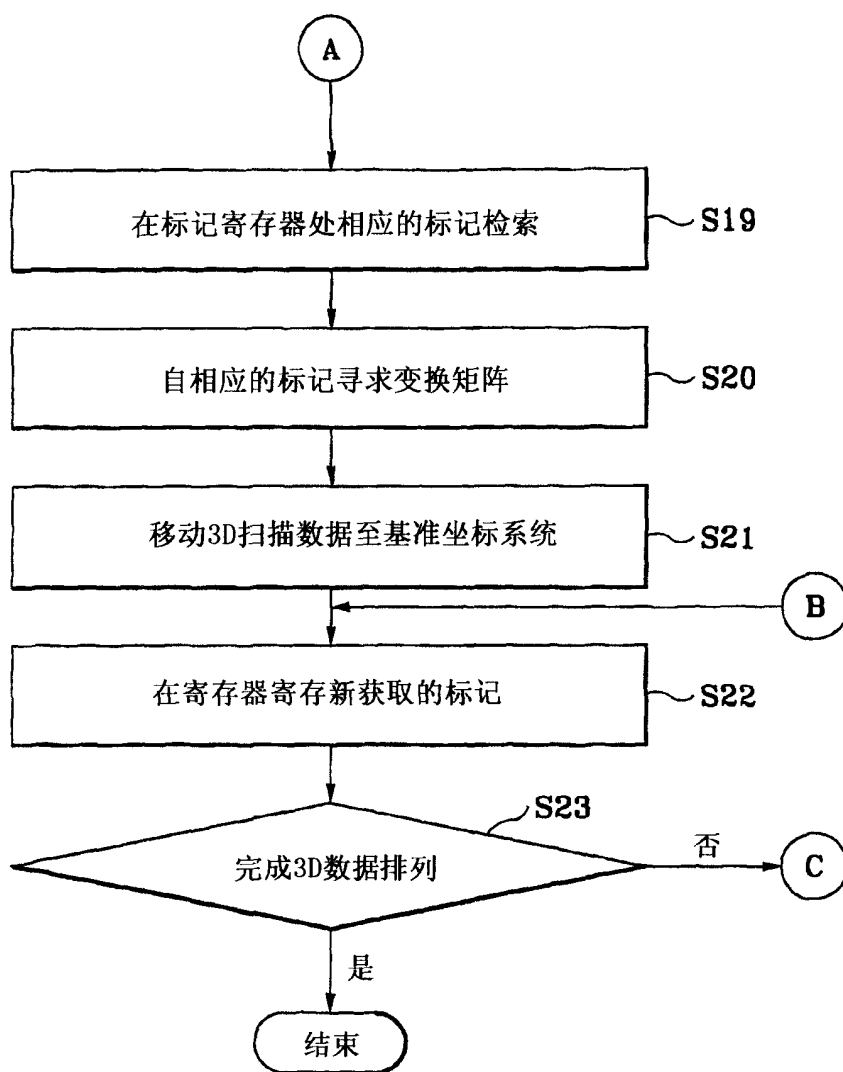


图10b



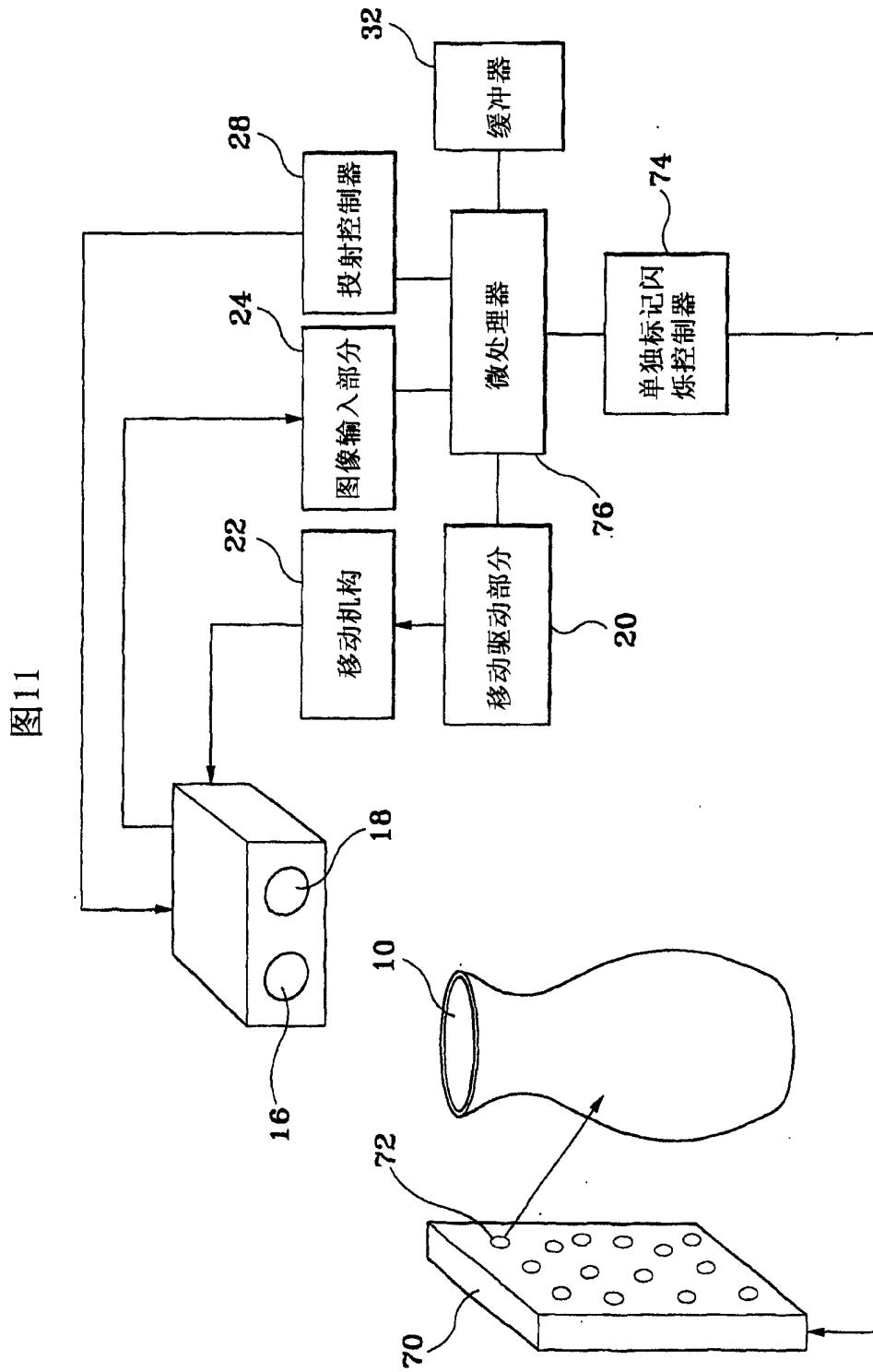


图12

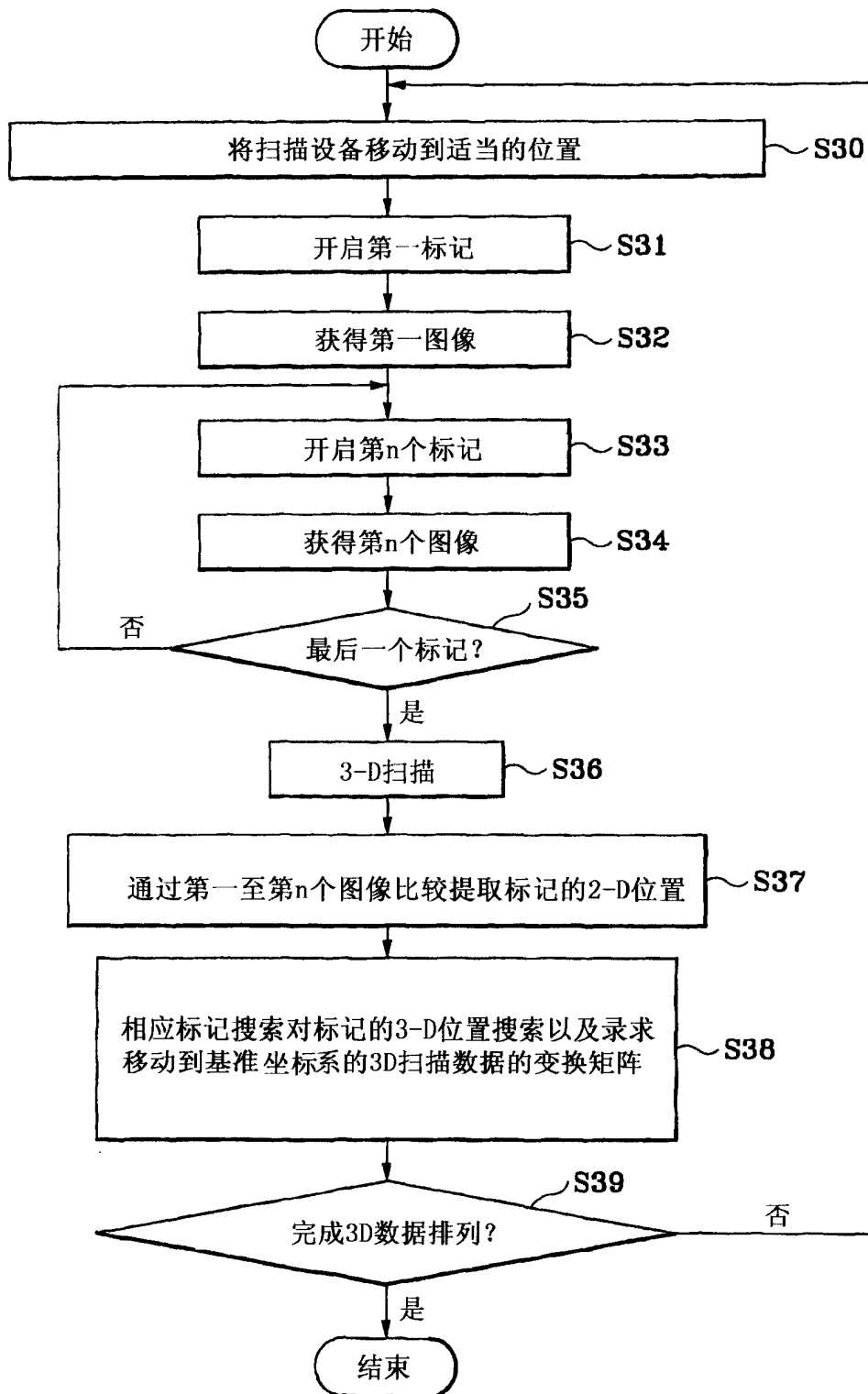
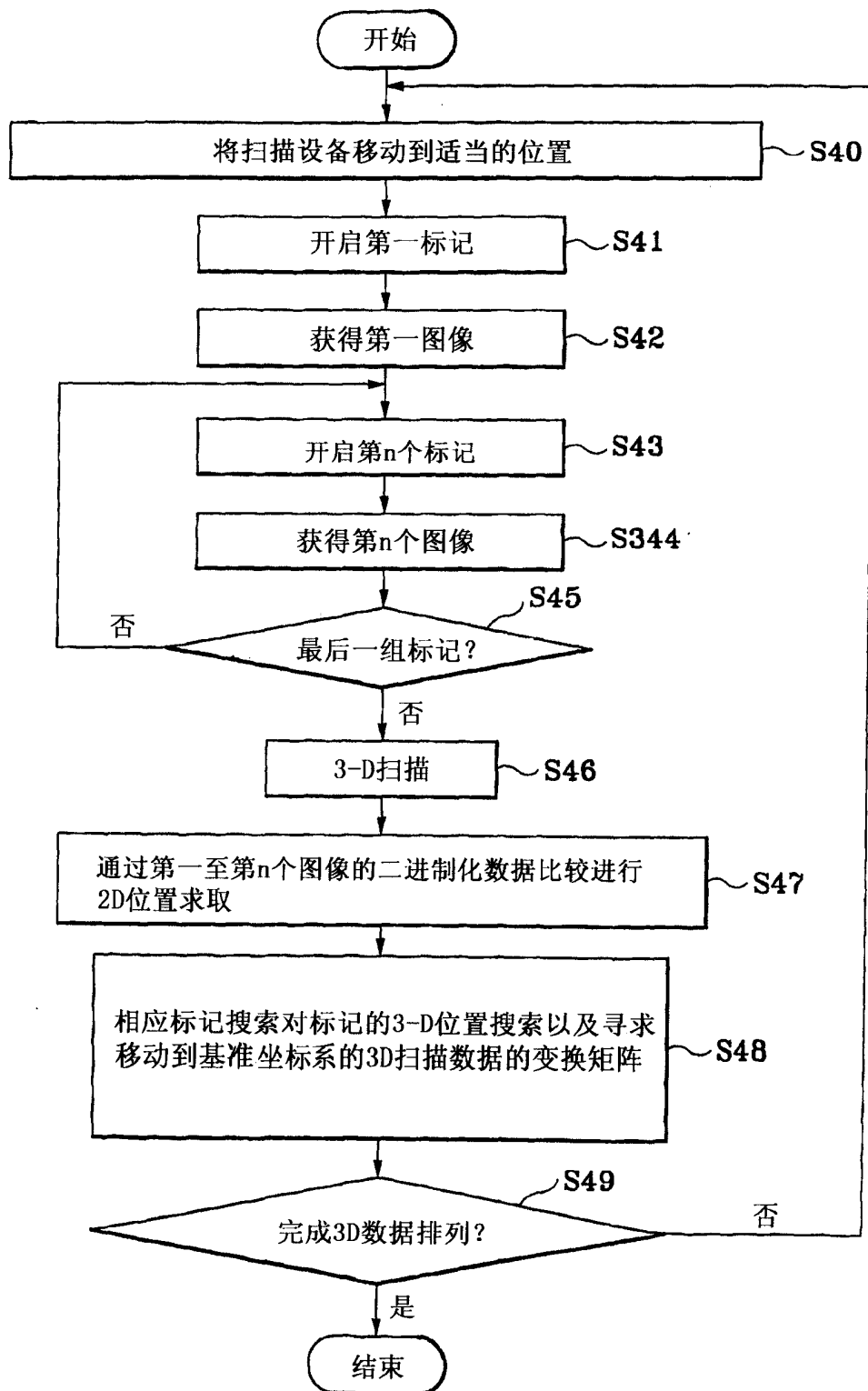
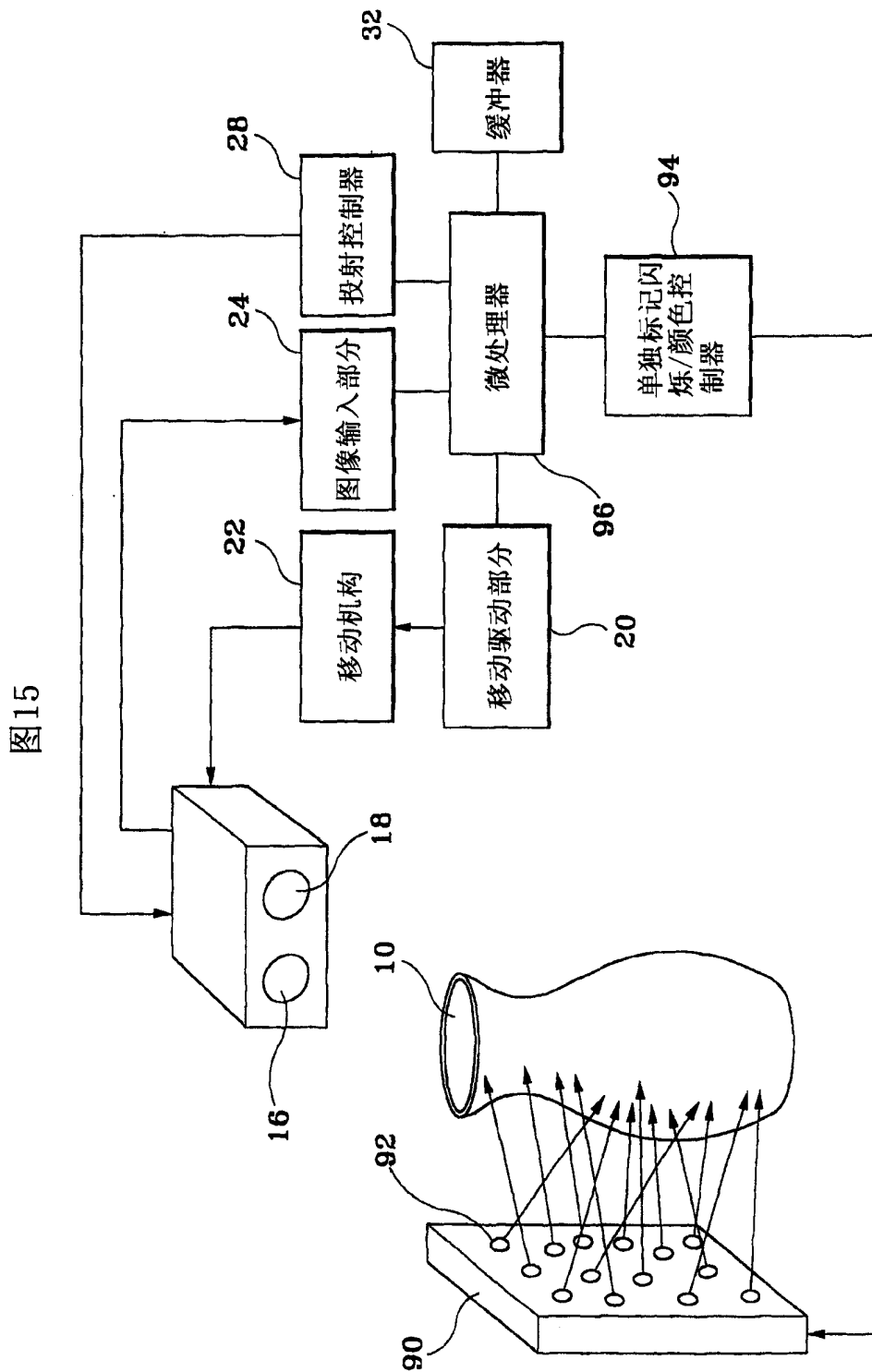


图13





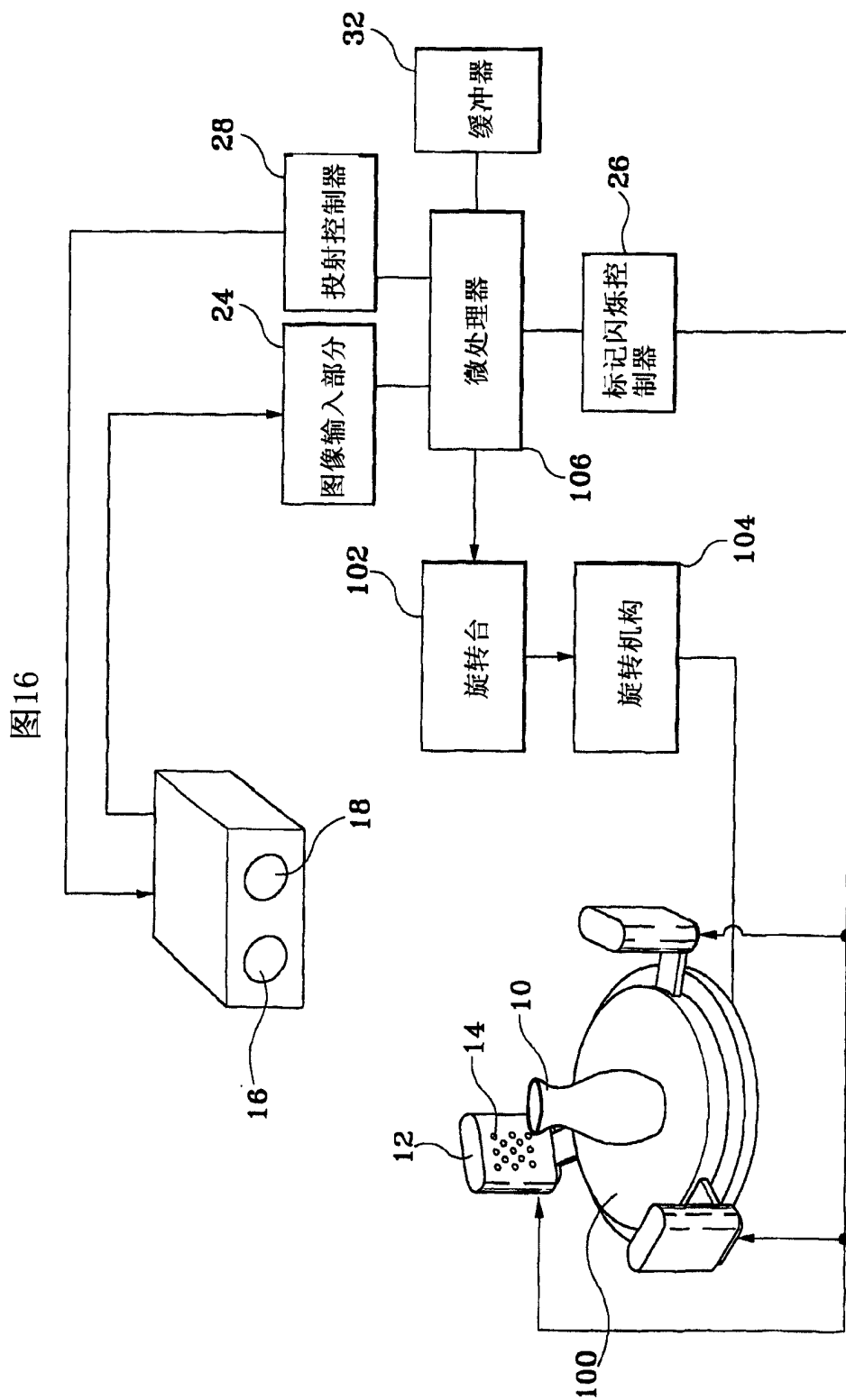


图17a

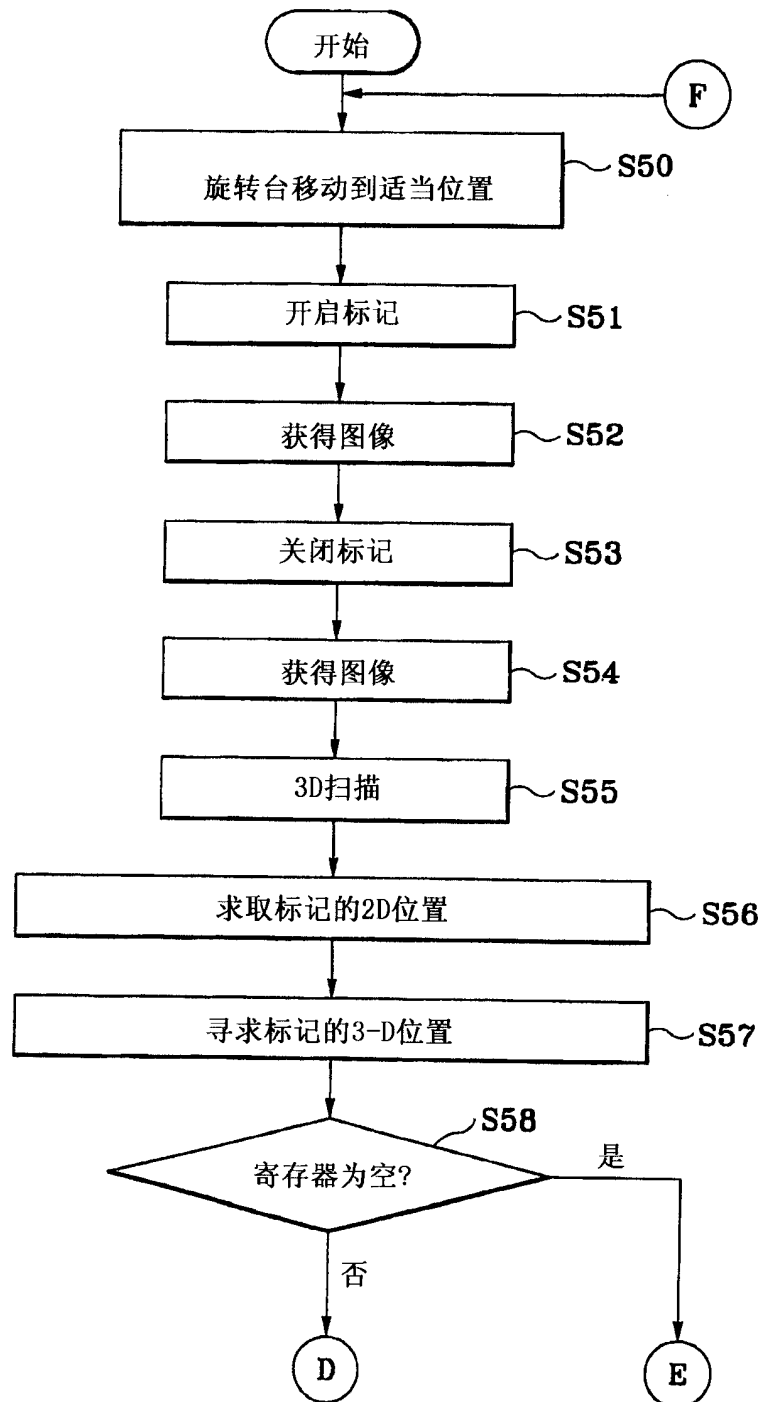


图17b

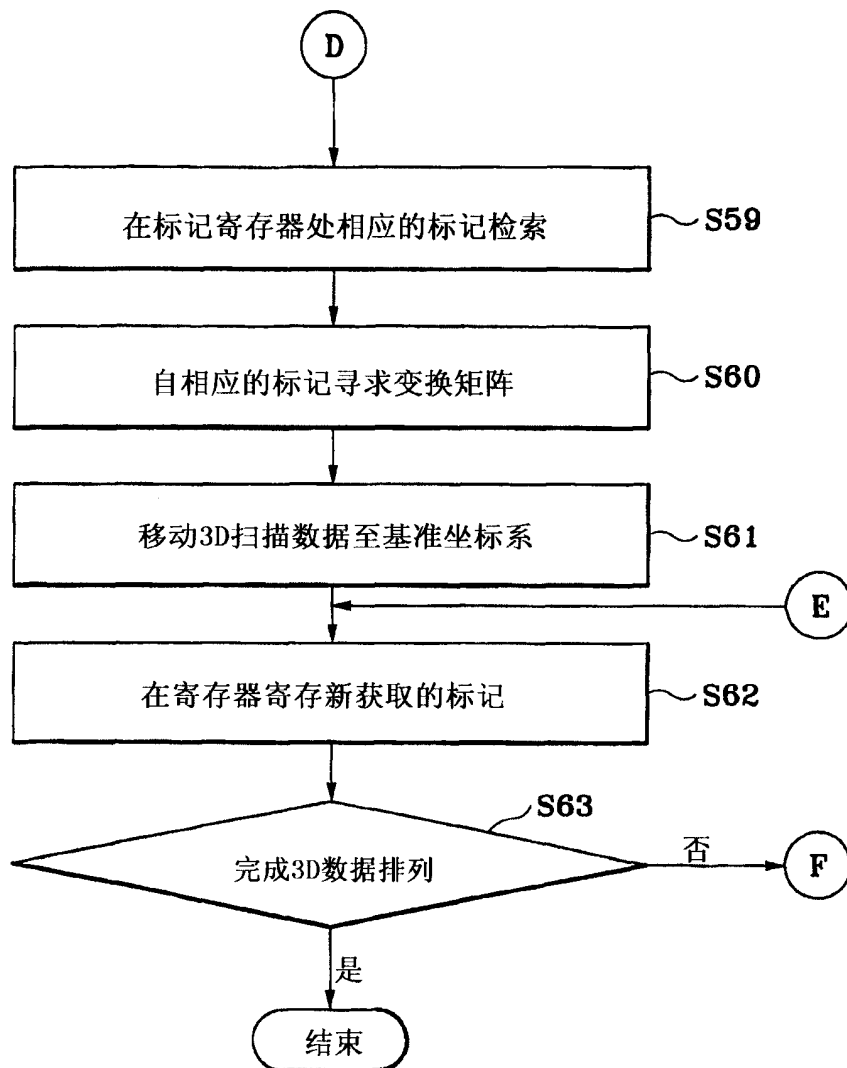


图18

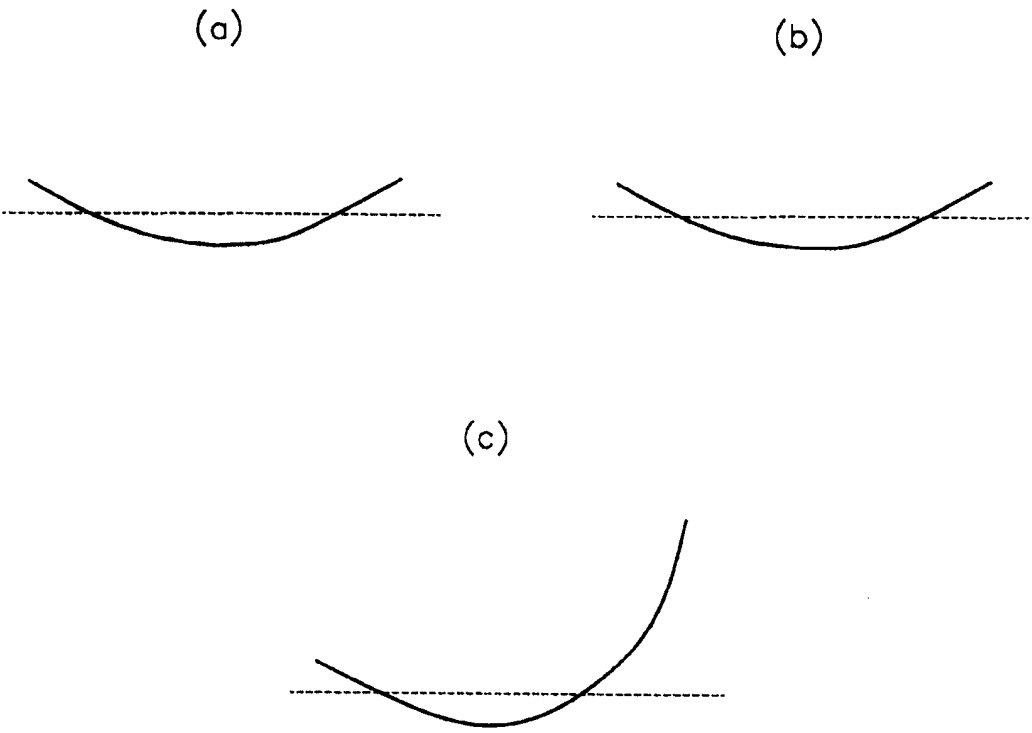


图19

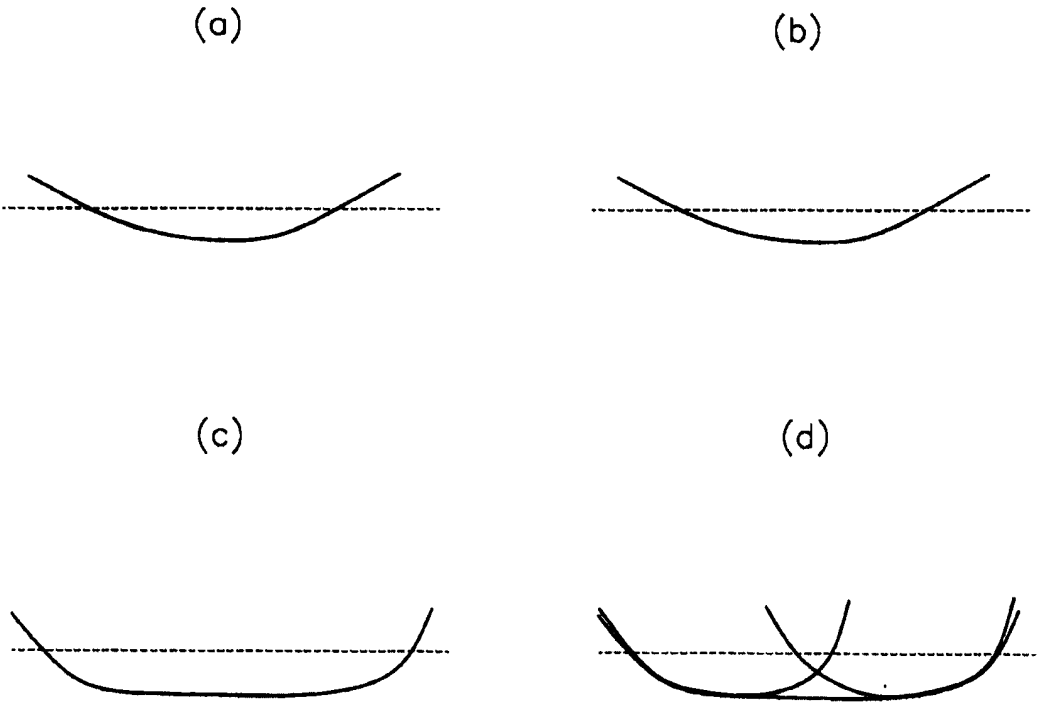


图20

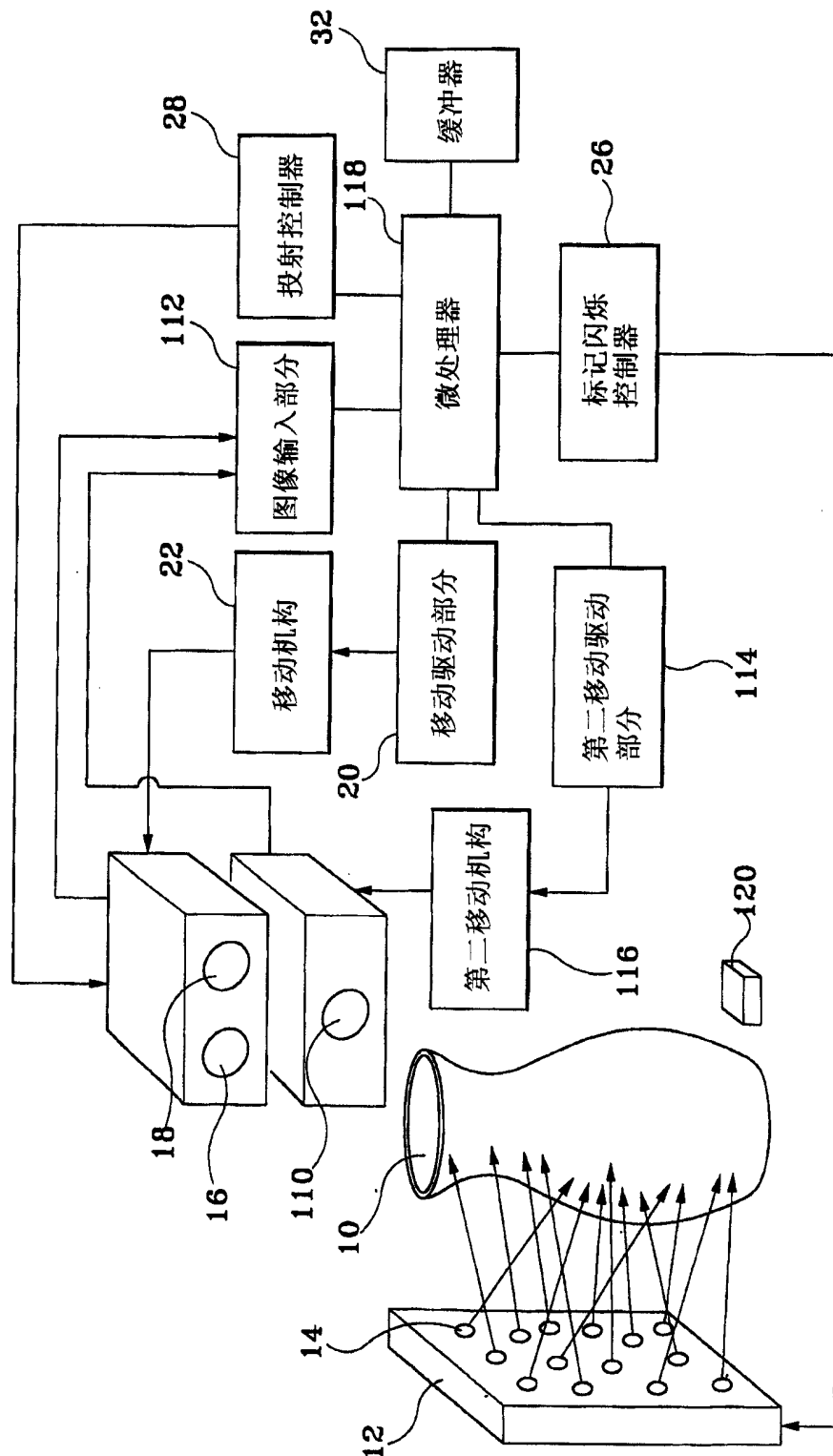


图21a

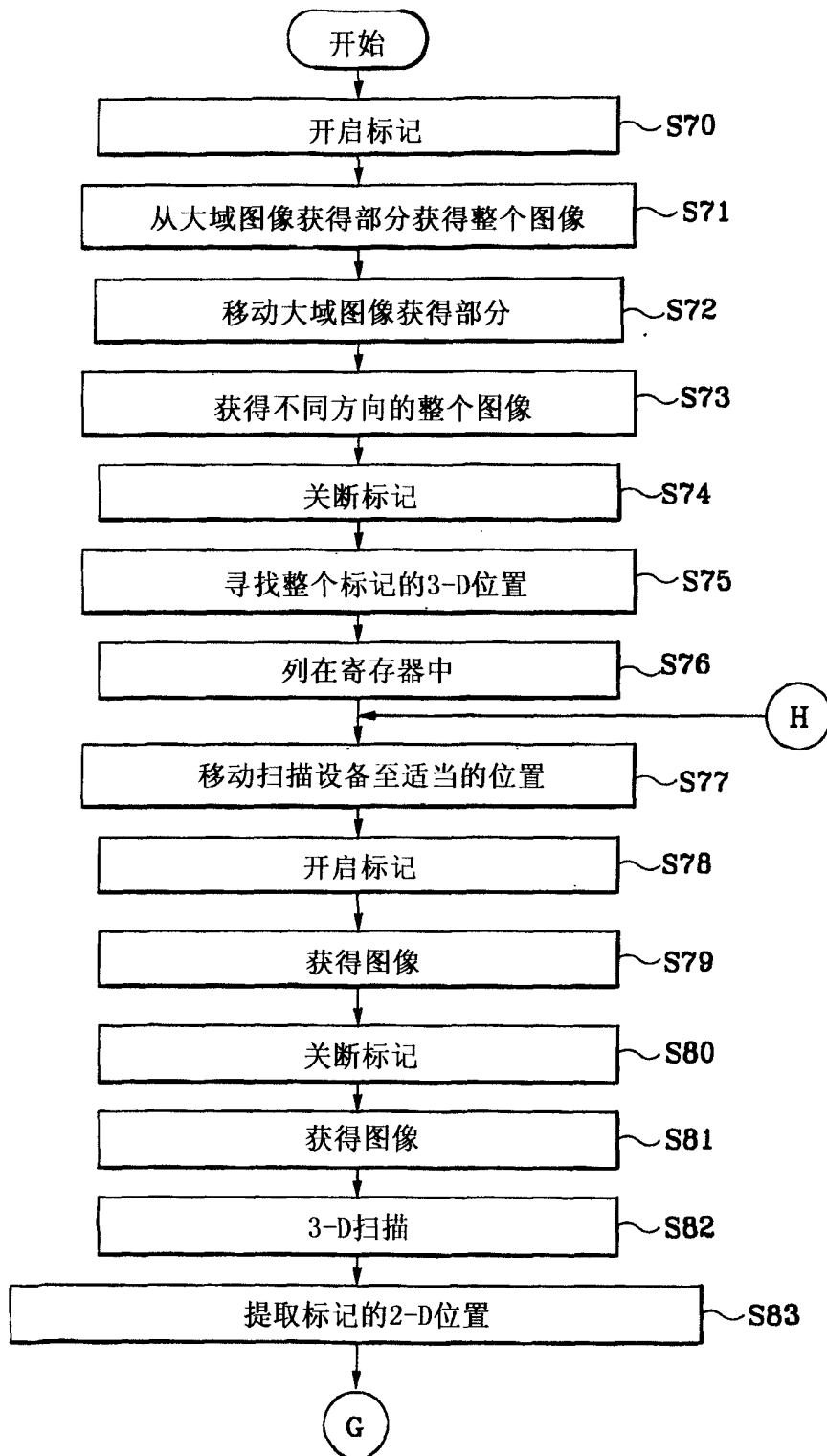
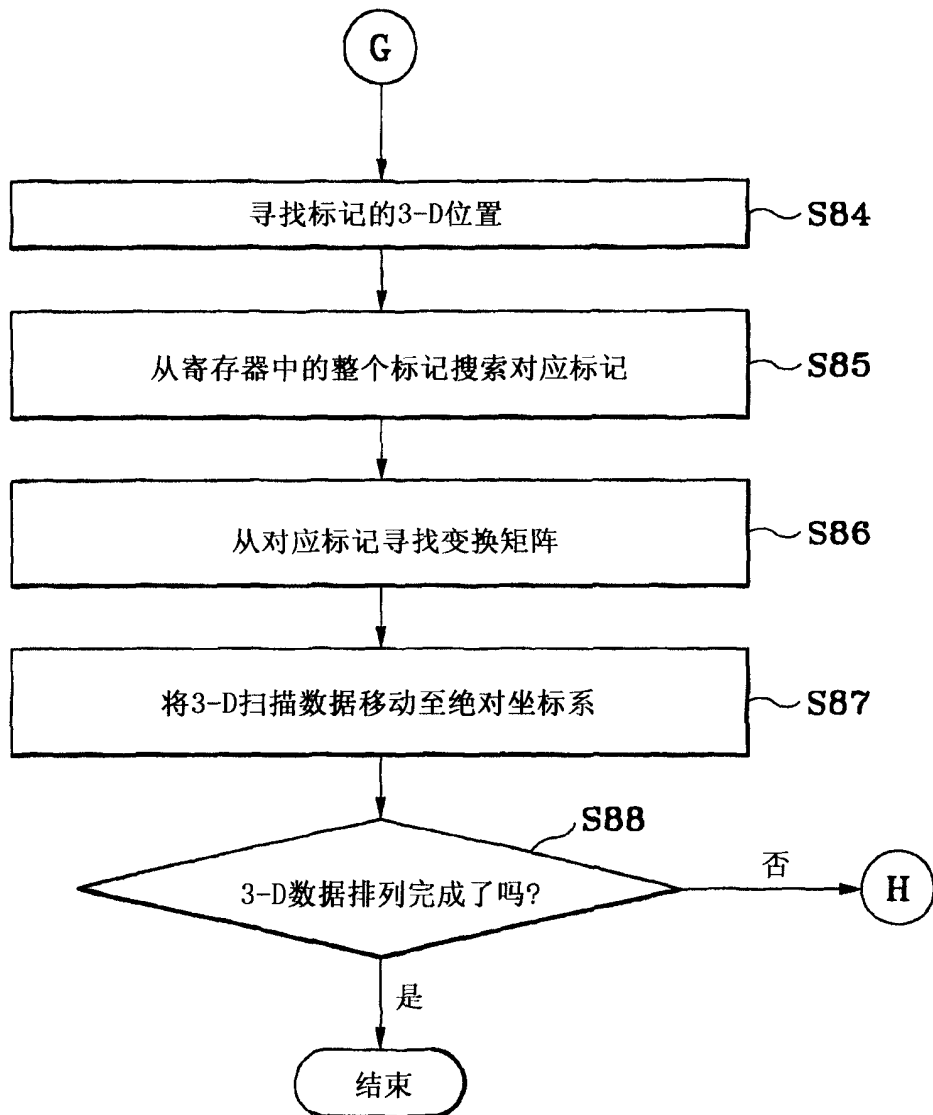
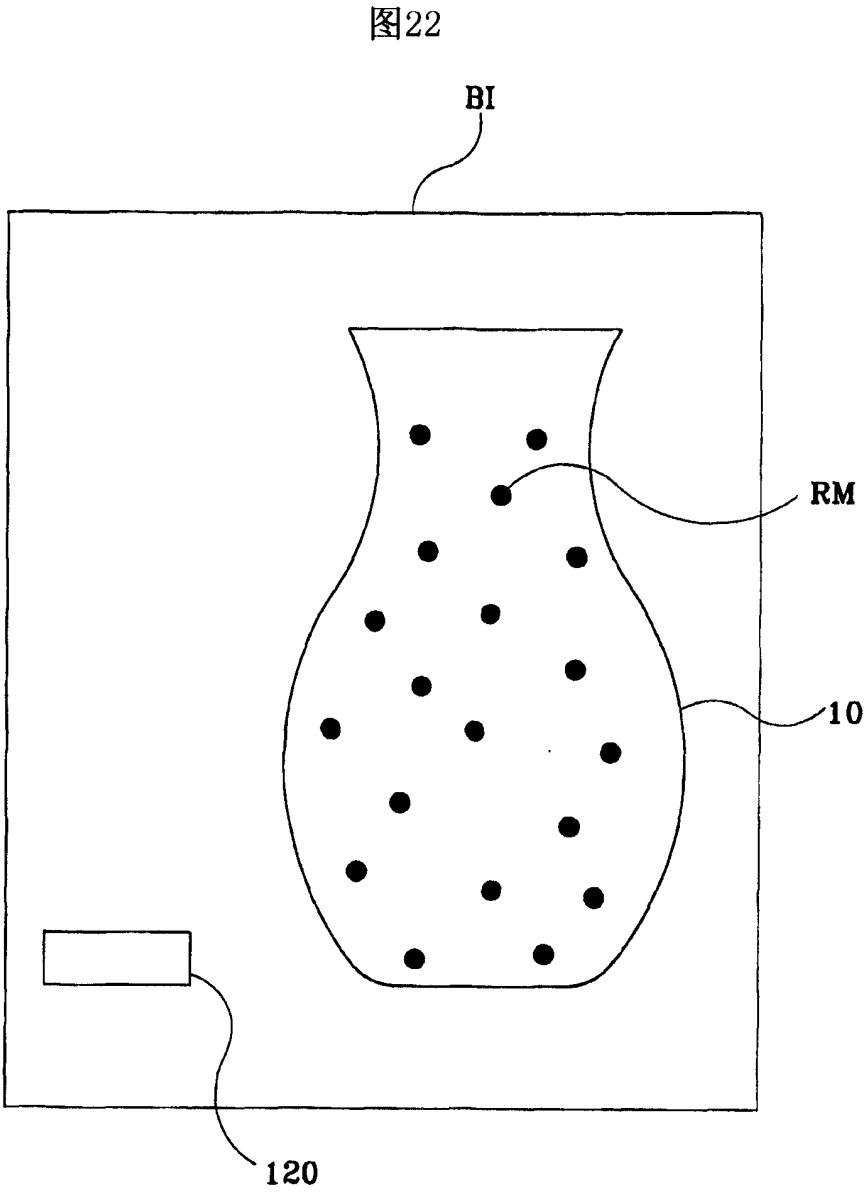


图21b





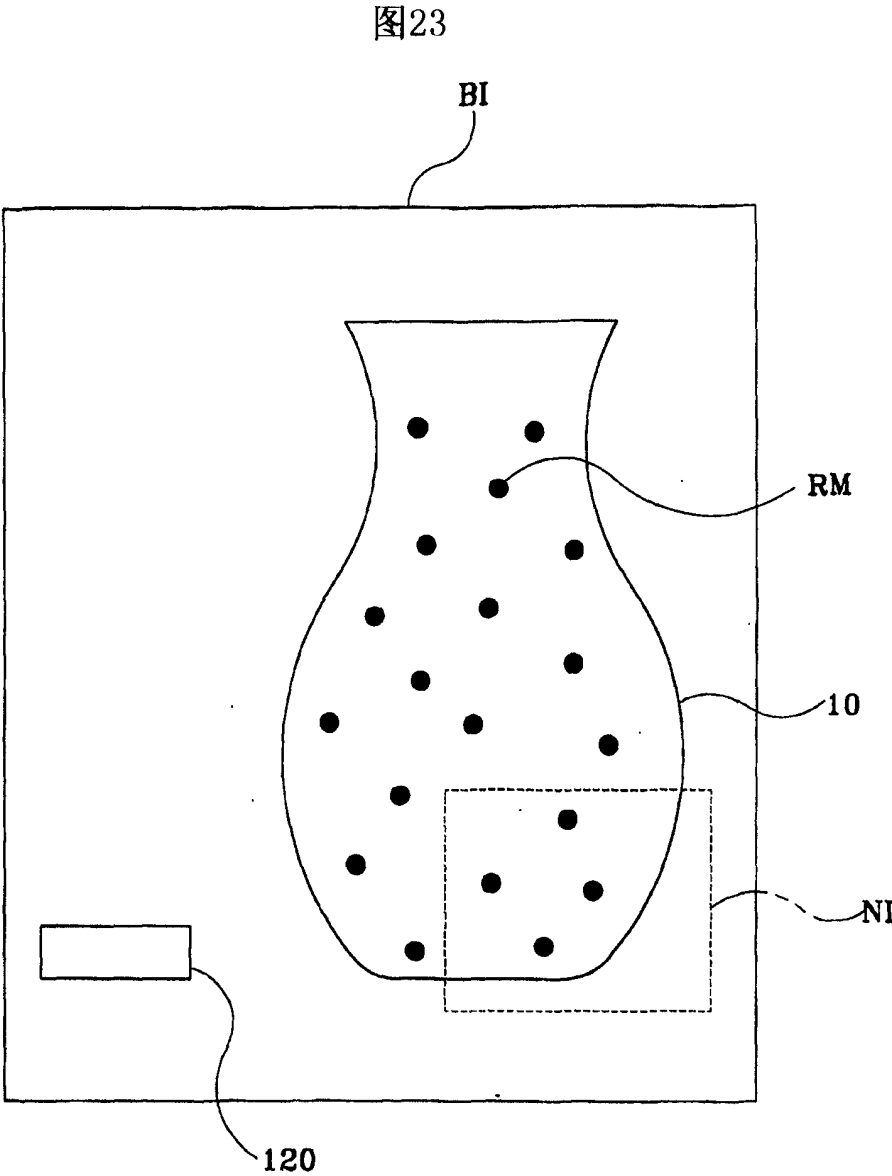


图25a

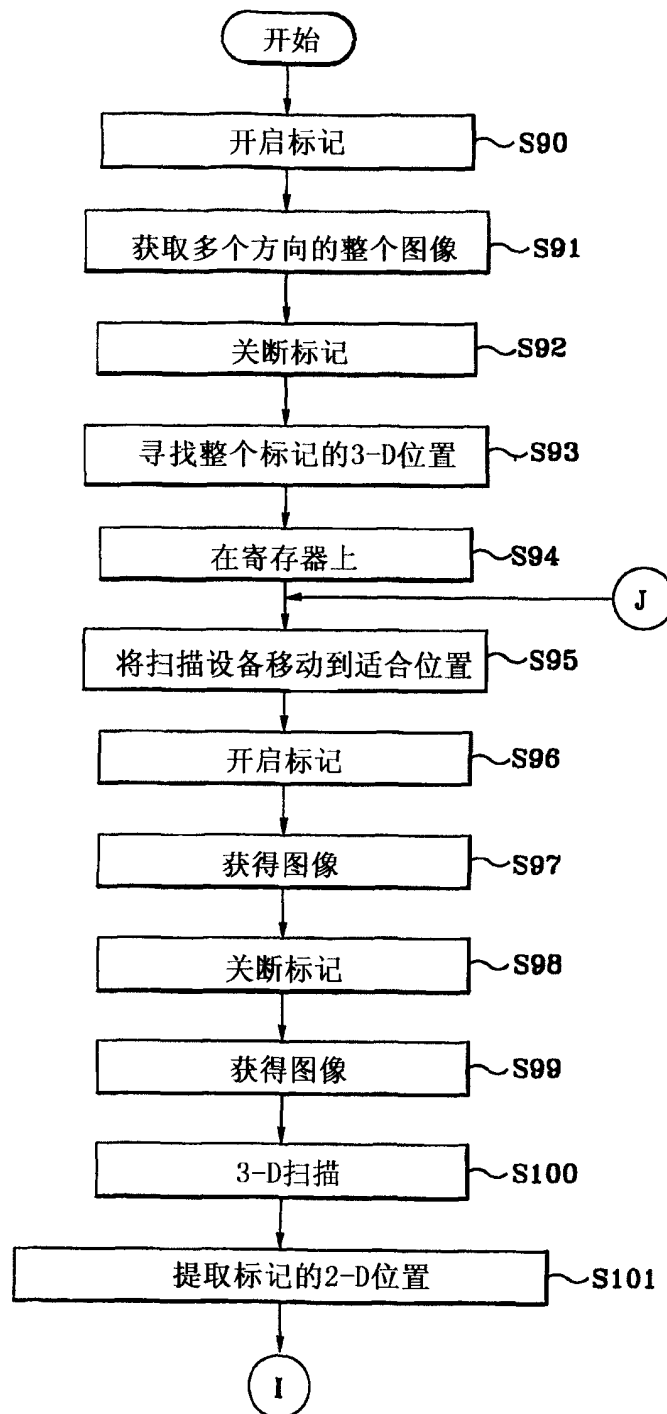
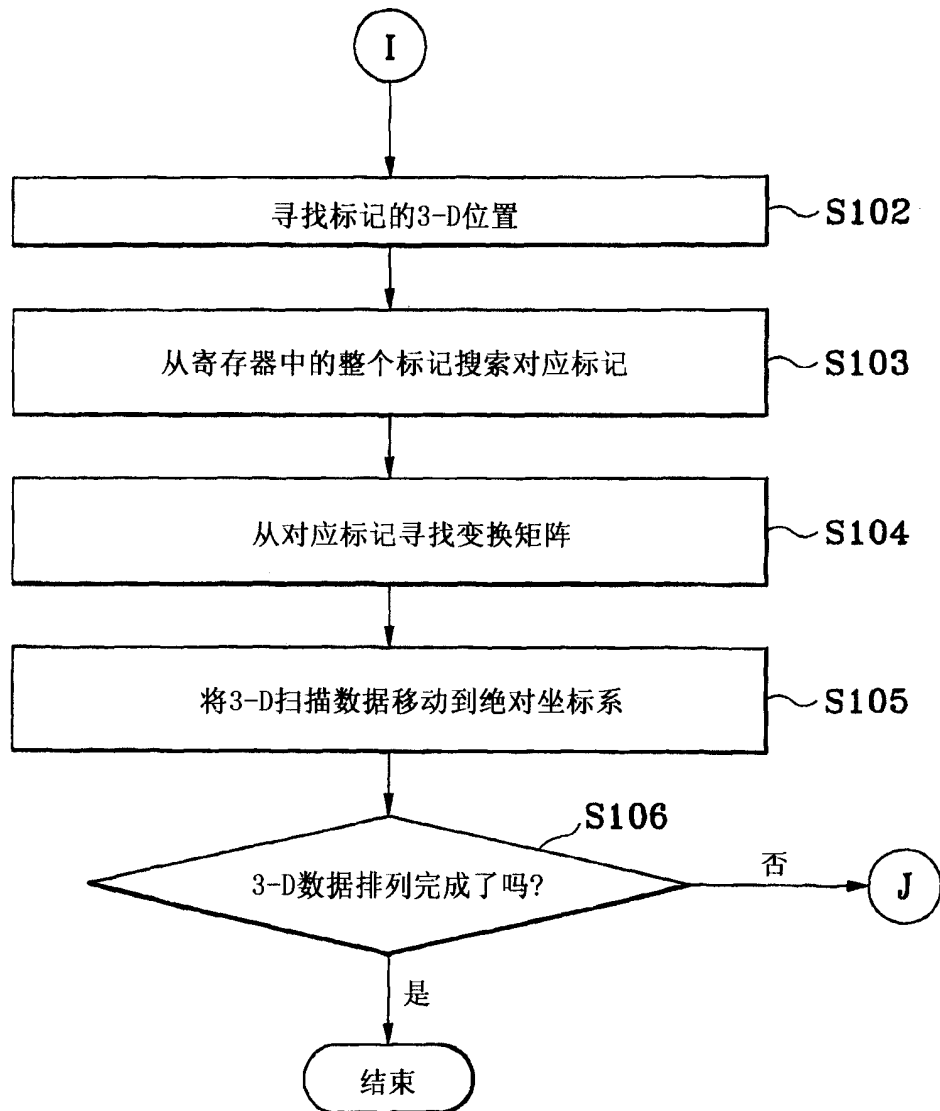
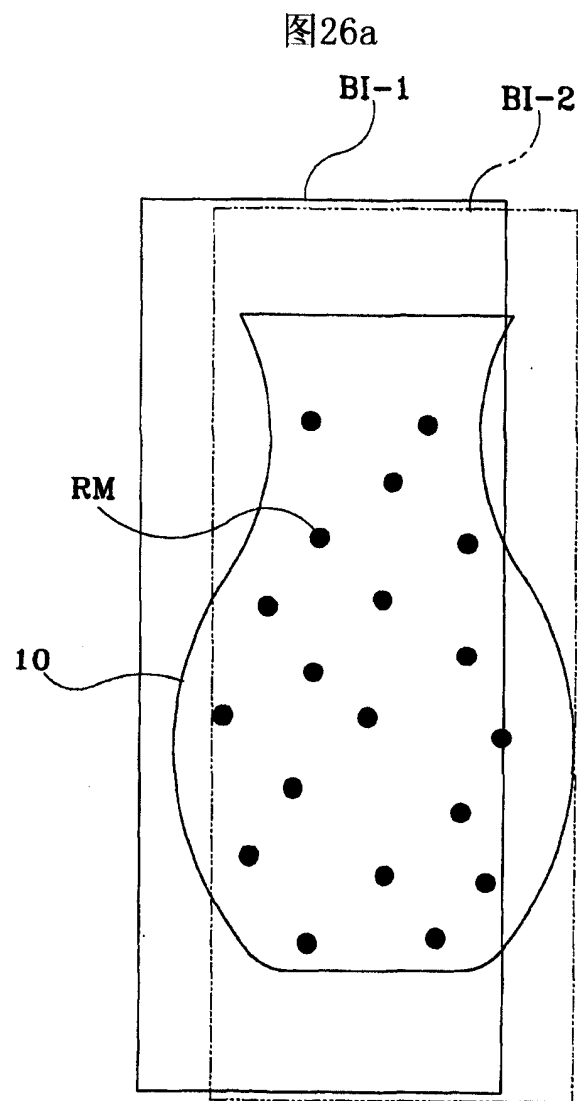


图25b





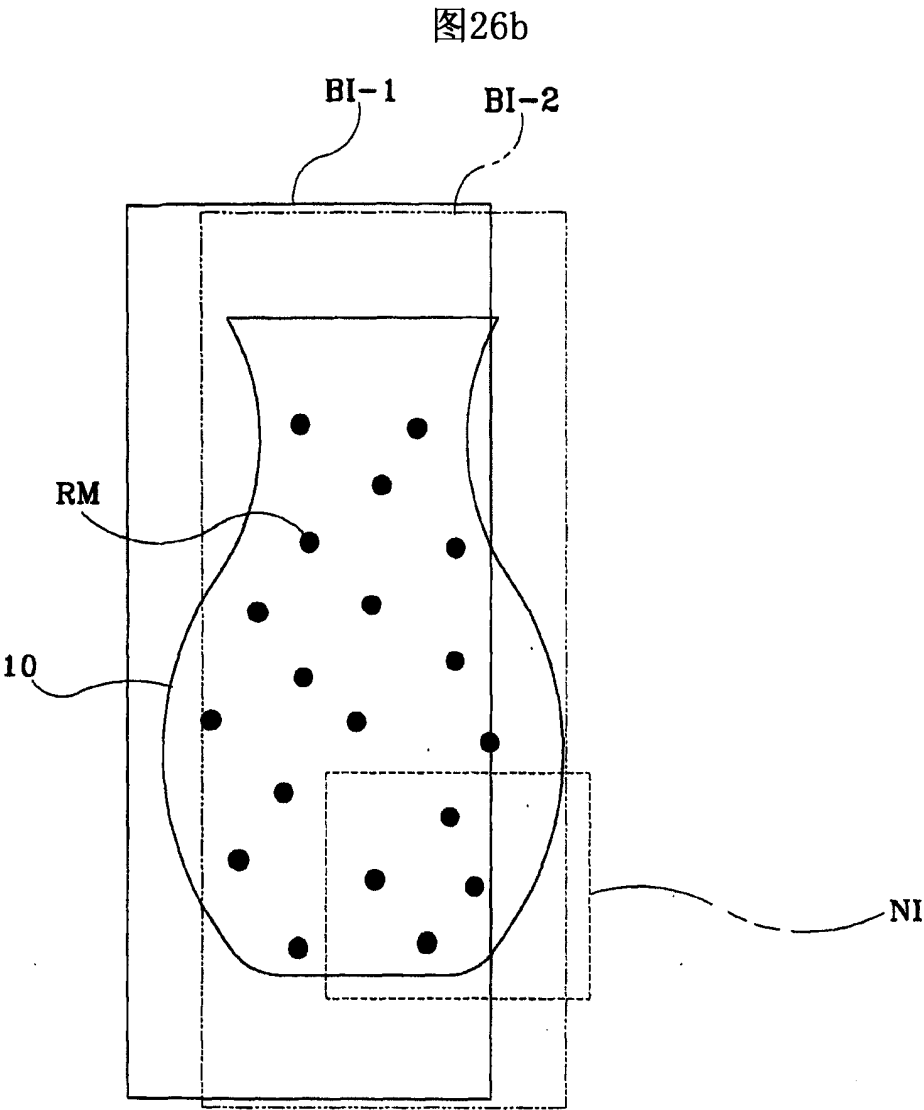


图27

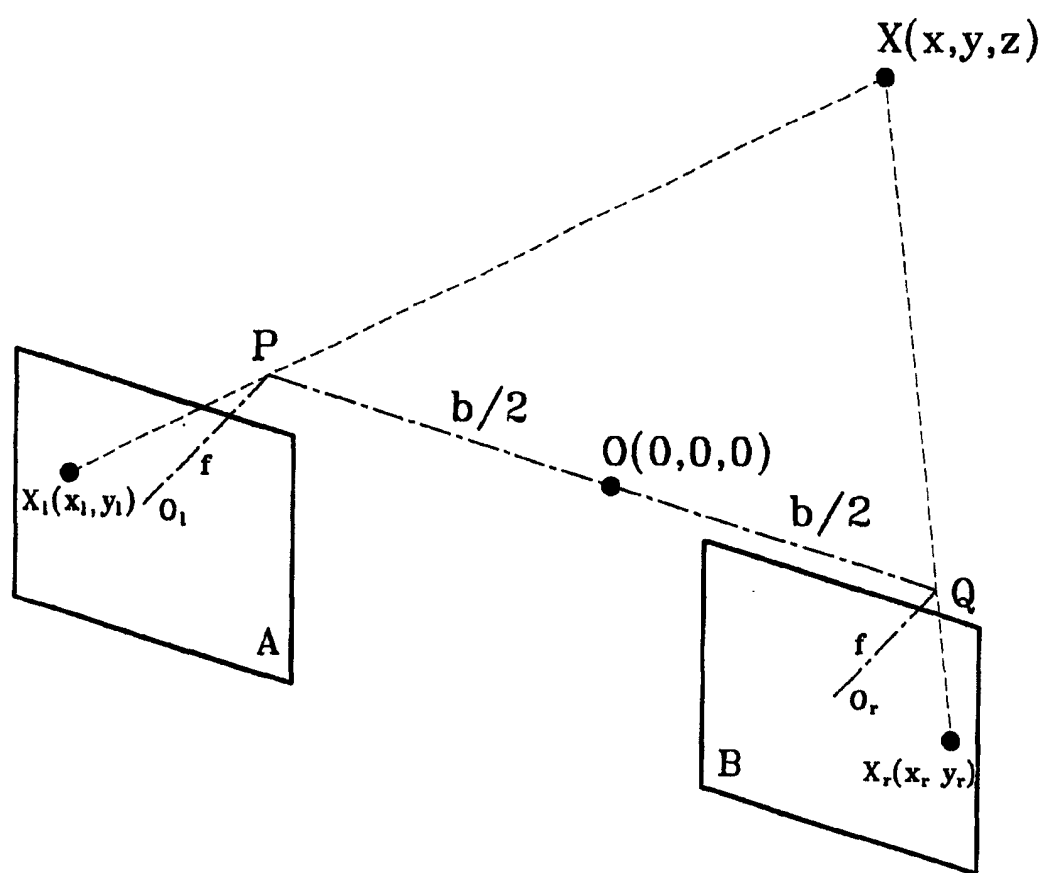


图28

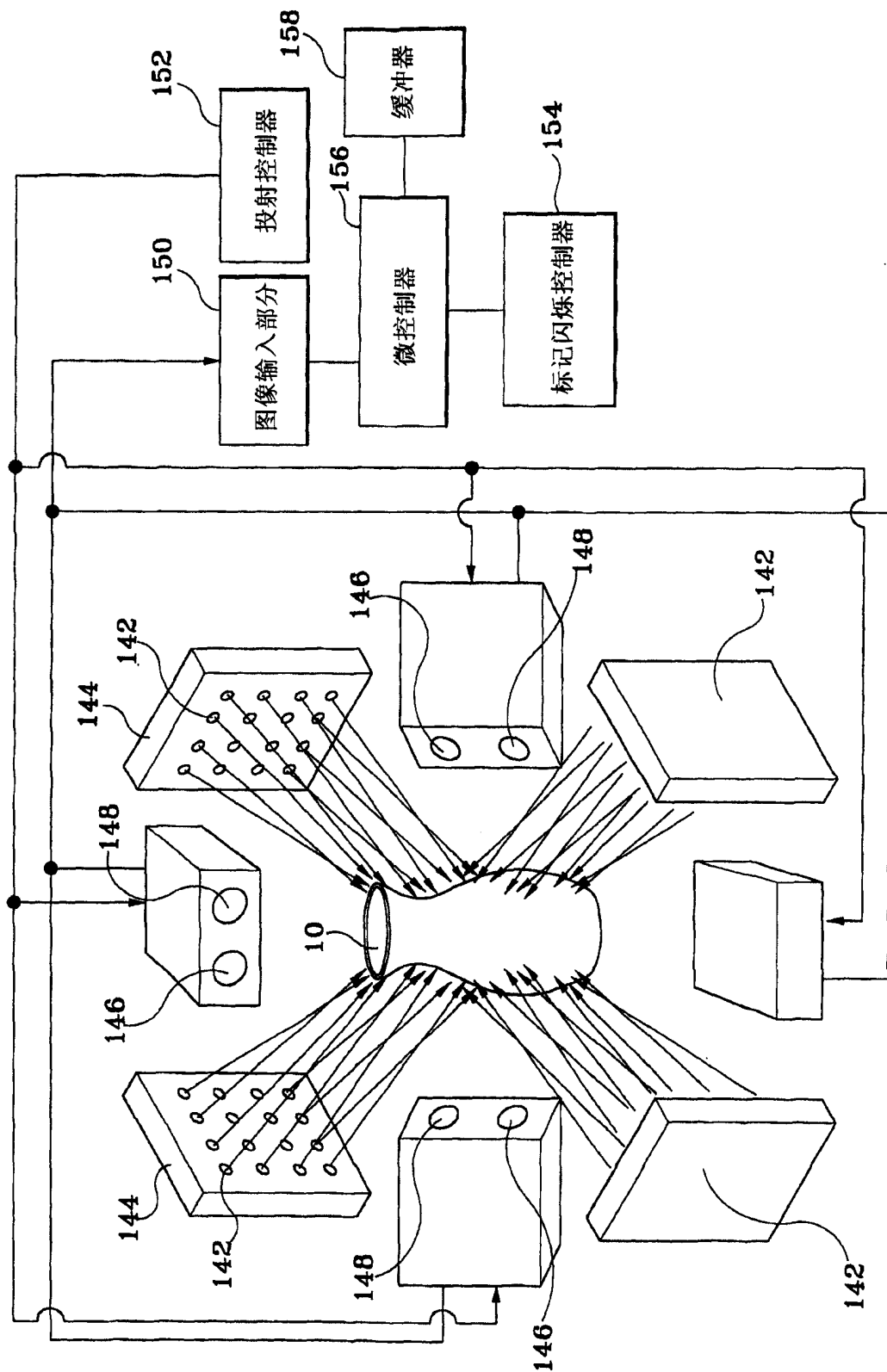


图29

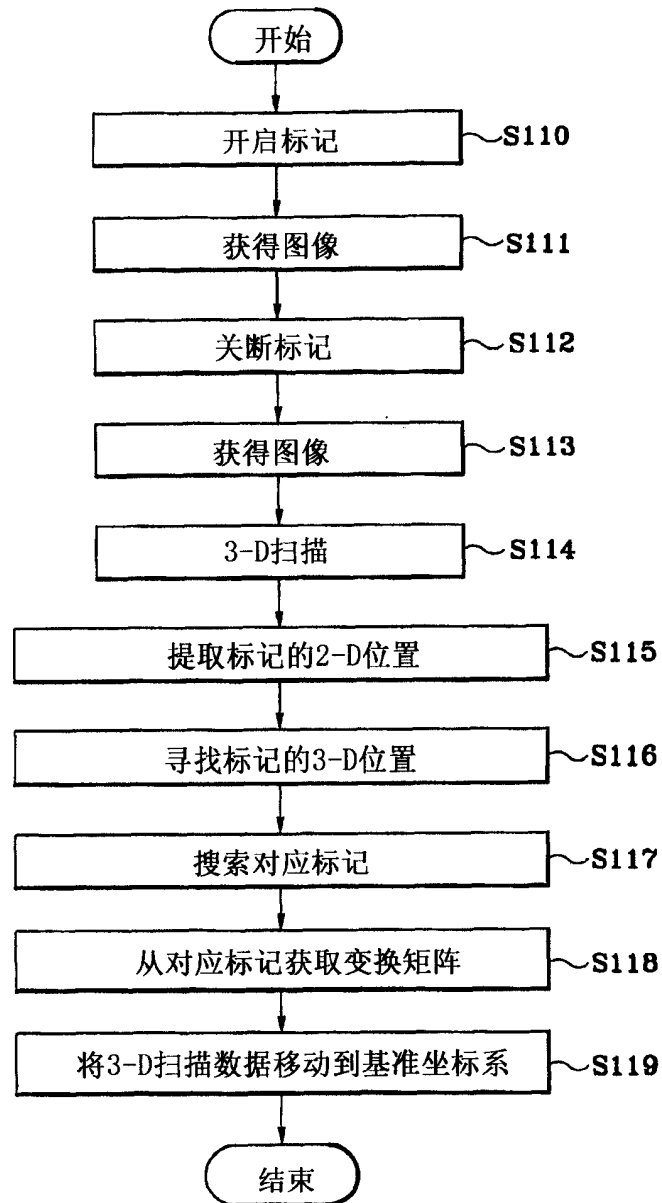


图30

