



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103843337 B

(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201280049300.8

(22)申请日 2012.10.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103843337 A

(43)申请公布日 2014.06.04

(30)优先权数据

2011-226687 2011.10.14 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.04.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/006429 2012.10.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/054502 EN 2013.04.18

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 深泽辽 铃木俊辅 藤卷敦男

桥本亘

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

H04N 13/04(2006.01)

G06F 17/30(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0218806 A1, 2004.11.04,

Henrik R. Nagel ET AL. Methods for Visual Mining of Data in Virtual Reality. 《http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.202.8201》. 2001,

John Altoft. Data Visualization for ESM and ELINT, Visualizing 3D and Hyper Dimensional Data. 《http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA554566》. 2011,

审查员 张永海

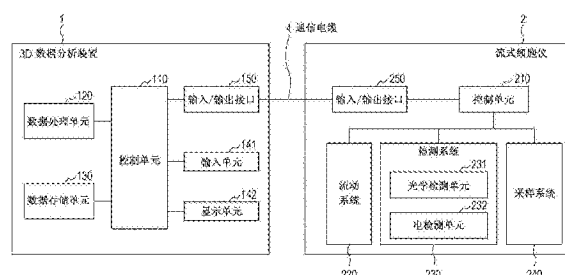
权利要求书2页 说明书14页 附图15页

(54)发明名称

用于3D数据分析的装置、方法以及微粒分析系统

(57)摘要

作为可以容易且直观地识别在分布图表中待分析的微粒及微粒小群体并且可以获得关于这些微粒及微粒小群体的精确统计数据的数据分析装置,提供了一种3D数据分析装置,其包括保存关于微粒的测量数据的数据存储单元、从测量数据中选择独立的三种变量的输入单元、计算坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的数据处理单元、以及显示3D立体图像并在3D立体图像中,在被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中以不同颜色显示每个区域中的图形的显示单元。



1. 一种3D数据分析装置,包括:

数据存储单元,保存关于微粒的测量数据;

输入单元,从所述测量数据中选择独立的三种变量;

数据处理单元,计算坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表现所述微粒的特性分布的3D立体图像;以及

显示单元,显示所述3D立体图像,

其中,在所述3D立体图像中,在被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中以不同颜色显示每个区域中的图形,

其中,所述平面基于从所述输入单元输入的信号被设置由此使得位置发生变化并在所述3D立体图像中显示,

其中,所述数据处理单元计算每个区域中的分布频率,

其中,所述显示单元以与所述分布频率相关的颜色显示每个区域中的图形,

其中,所述数据处理单元计算与所述平面的所述位置的变化同步的分布频率,以及

其中,所述每个区域中的图形的颜色以实时改变的方式进行显示。

2. 根据权利要求1所述的3D数据分析装置,

其中,所述3D立体图像基于从所述输入单元输入的信号在所述显示单元上旋转并且所述图像的立体图像可以从任意选择的坐标轴方向观察到。

3. 根据权利要求1所述的3D数据分析装置,

其中,所述独立的三个变量为从微粒的前向散射光、侧向散射、荧光以及阻抗中选择的且互不相同的参数。

4. 一种微粒分析系统,包括:

3D数据分析装置,包括保存关于微粒的测量数据的数据存储单元、从测量数据中选择独立的三种变量的输入单元,计算坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表现所述微粒的特性分布的3D立体图像的数据处理单元、以及显示所述3D立体图像且在所述3D立体图像中在被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中以不同颜色显示每个区域中的图形的显示单元;以及

微粒测量装置,

其中,所述平面基于从所述输入单元输入的信号被设置由此使得位置发生变化并在所述3D立体图像中显示,

其中,所述数据处理单元计算每个区域中的分布频率,

其中,所述显示单元以与所述分布频率相关的颜色显示每个区域中的图形,

其中,所述数据处理单元计算与所述平面的所述位置的变化同步的分布频率,以及

其中,所述每个区域中的图形的颜色以实时改变的方式进行显示。

5. 一种3D数据分析方法,包括:

从关于微粒的测量数据中选择独立的三种变量的步骤;

计算坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表现微粒的特性分布的3D立体图像的步骤;

显示所述3D立体图像的步骤;

在所述3D立体图像中设置将所述坐标空间划分为多个区域的平面的步骤;以及

在每个区域中用不同颜色显示每个区域中的图形的步骤，

其中，所述平面基于在所述从关于微粒的测量数据中选择独立的三种变量的步骤中输入的信号被设置由此使得位置发生变化并在所述3D立体图像中显示，

其中，在计算坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表现微粒的特性分布的3D立体图像的步骤中，计算每个区域中的分布频率，与所述平面的所述位置的变化同步的分布频率，

其中，在显示所述3D立体图像的步骤中，以与所述分布频率相关的颜色显示每个区域中的图形，所述每个区域中的图形的颜色以实时改变的方式进行显示。

用于3D数据分析的装置、方法以及微粒分析系统

技术领域

[0001] 本技术涉及3D数据分析装置、方法和程序,以及微粒分析系统。更具体地,本技术涉及能够利用3D立体图像显示关于微粒的测量数据,并且能够利用图像执行群体信息等的数据分析的3D数据分析装置。

背景技术

[0002] 已知微粒测量装置,该微粒测量装置将微粒的分散液导入流道中,并用光、电或磁的方式测量微粒,以便分析包括诸如细胞、微生物、和脂质体这样的生物颗粒、以及诸如胶乳颗粒、凝胶颗粒、和工业颗粒这样的复合颗粒的微粒。

[0003] 作为一个实例,提供了颗粒分析器,该颗粒分析器根据尺寸和形状判断复合颗粒。可通过颗粒分析器测量的参数(变量)包括微粒的基本成分和颗粒直径。

[0004] 另外,流式细胞仪(流式细胞分析仪)用于分析生物颗粒。可以通过流式细胞仪测量的参数包括微粒的前向散射光(FS)、侧向散射(SS)、荧光(FL)以及阻抗。前向散射光(FS)、侧向散射(SS)、和荧光(FL)用作指示细胞或微生物(以下简称为“细胞”)的光学特性的参数,而阻抗用作指示细胞电特性的参数。

[0005] 更具体地,首先,前向散射光是在关于激光轴的向前方向上以小角度散射的光,前向散射光由激光在细胞表面上生成的散射光、衍射光和折射光组成。前向散射光主要用作指示细胞尺寸的参数。接着,侧向散射是关于激光轴以约90度角散射的光,并且是激光在细胞内颗粒体或核中生成的散射光。侧向散射主要用作指示细胞内部结构的参数。另外,荧光是从标记到细胞上的荧光染料生成的光,并用作指示是否存在通过被荧光染料标记的抗体所识别的细胞表面抗原、荧光染料所结合的核酸量等的参数。另外,阻抗通过电阻方法测量,并用作指示细胞体积的参数。

[0006] 使用了数据分析装置,其通过在使用这些测量参数作为轴的同时绘制各个细胞的测量值而创建并显示表示细胞群体中细胞的特性分布的图,以便分析流式细胞仪的测量数据。使用一个测量参数的一维分布图也称为直方图,并创建为图表,其中X轴表示测量参数,Y轴表示细胞数量(计数)。另外,使用两个测量参数的二维分布图也称为细胞图并通过在坐标平面中绘制各个细胞来创建,在该坐标平面中,基于其测量值,测量参数的一个用X轴表示,另一个测量参数用Y轴表示。

[0007] 通过设置直方图或细胞图中的区域,可以获得关于每个区域中存在的细胞的统计数据。经常使用指示细胞群体中包括的靶细胞的比例的频率分布(群体信息)作为统计数据。频率分布被作为设置在直方图或细胞图上的每个区域中存在的细胞占据整个细胞群体的比例进行计算。

[0008] 例如,当众所周知靶细胞指示等于或大于某个参数中的某个值的值时,计算直方图中靶细胞分布频率通过沿X轴以某个值将直方图划分为两个部分来执行。按照该划分,将直方图划分为等于或大于某个值的区域(即,靶细胞存在的区域)和小于某个值的区域(即,非靶细胞存在的区域)。数据分析装置针对每个设置的区域根据每个区域中存在的细胞数

量计算分布频率。另外,在使用细胞图时,计算分布频率通过沿X轴和Y轴以某个值将细胞图划分为四个区域来执行。按照该划分,将细胞图划分为两个参数都等于或大于某个值的区域(即,靶细胞存在的区域)和两个参数中的任意一个小于某个值的区域(即,非靶细胞存在的区域)。

[0009] 在PTL 1中,提出了“一种分析装置,包括:测量数据获取器件,从待分析对象中获取第一、第二、和第三测量数据;三维分布图创建器件,使用第一、第二、和第三测量数据作为轴创建指示待分析对象中所包括的有形组分的分布的三维分布图;区域设置器件,在三维分布图中以可变的方式设置截止区域;以及参考分布图创建器件,针对有形组分创建使用第一和第二测量数据作为轴的二维分布图或使用第一测量数据作为轴的频率分布图,该有形组分属于通过区域设置器件设置的截止区域”(参见文献的权利要求9)。根据该分析装置,可以在参照与三维分布图一起显示的二维分布图(细胞图)和频率分布图(直方图)的同时在三维分布图中设置截止区域。应注意的是,该分析装置的三维分布图并不是以立体的方式观察,而是以平面的方式显示在显示器上。

[0010] 关于本技术,将描述双眼型立体图像技术(3D立体图像技术)。在双眼型立体图像中,首先,当分别用右眼和左眼观察对象时准备两个图像。接着,在显示这两个图像时,用于右眼的图像仅对右眼呈现,而用于左眼的图像仅对左眼呈现。因此,当在三维空间中观察对象时会重建图像,并使用户立体感知该对象。

[0011] 启用立体视觉的3D显示器主要采用(a)眼镜法、(b)裸眼法、和(c)观察器法。(a)眼镜法进一步包括互补色法、偏振滤光法和分时法。另外,(b)裸眼法包括视差屏障法和双凸透镜法,而(c)观察器法包括立体镜法和头戴法。

[0012] 引用列表

[0013] 专利文献

[0014] 【PTL 1】日本未经审查的专利申请公开案第2006-17497号

[0015] 非专利文献

[0016] 【NPL 1】A New“Logicle”Display Method Avoids Deceptive Effects of Logarithmic Scaling for Low Signals and Compensated Data,Cytometry Part A 69A:541-551,2006。

发明内容

[0017] 技术问题

[0018] 在使用一个测量参数作为轴的直方图中或在使用测量参数之间的一个组合作为轴的细胞图中,在彼此重叠的区域中可能存在待分析的细胞小群体和不需要的细胞。例如,当以人外周血作为样本来分析淋巴细胞时,一些单核细胞可能存在于与使用前向散射光(FS)和侧向散射(SS)作为轴的细胞图中的淋巴细胞相同的区域中。

[0019] 因此,在使用直方图或细胞图的现有数据分析中,识别靶细胞比较困难且难以设置区域,使得只存在靶细胞,因此不能精确地获得统计数据比如频率分布。

[0020] 因此,本技术的主要目的是提供一种数据分析装置,该数据分析装置能够容易并直观地识别分布图中的待分析的微粒或微粒小群体,且可获得关于微粒或微粒小群体的精确统计数据。

[0021] 解决问题的手段

[0022] 为了解决上述问题,本技术提供了一种3D数据分析装置,包括:保存关于微粒的测量数据的数据存储单元;从测量数据中选择独立的三种变量的输入单元;计算其坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的数据处理单元;以及显示3D立体图像的显示单元。在3D立体图像中,在每个区域中用不同颜色显示被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中的图形。

[0023] 在该3D数据分析装置中,当在立体查看其坐标轴是任意选择的三种参数的三维分布图的同时设置用于数据分析的区域时,每个区域中的图形在每个区域中用不同颜色显示。因此,在直观检查每个图形存在于哪个区域的同时可以设置区域并且在清楚识别区域之间的边界的同时可以准确设置区域。

[0024] 在3D数据分析装置中,优选数据处理单元计算每个区域中的分布频率,并且显示单元在每个区域中用与分布频率相关联的颜色显示图形。此外,优选数据处理单元计算与平面位置的变化同步的分布频率并且以实时改变的方式来显示每个区域中的图形颜色。

[0025] 通过在3D立体图像的每个区域中根据频率分布用不同颜色来显示图形,用户可以直观感知频率分布的分析结果。

[0026] 优选3D数据分析装置配置为能够基于从输入单元输入的信号在显示单元上旋转3D立体图像并且从任意选择的坐标轴方向观察图像的立体图像。

[0027] 另外,本技术提供了一种微粒分析系统,其通过设置彼此结合的3D数据分析装置和微粒测量装置来配置,该3D数据分析装置包括保存关于微粒的测量数据的数据存储单元,从测量数据中选择独立的三种变量的输入单元,计算其坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的数据处理单元,以及显示3D立体图像并在3D立体图像中,在每个区域中用不同颜色显示被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中的图形的显示单元。

[0028] 此外,本技术提供了一种3D数据分析方法,包括:从关于微粒的测量数据中选择独立的三种变量的程序;计算其坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的程序;显示3D立体图像的程序;在3D立体图像中设置将坐标空间划分为多个区域的平面的程序;以及在每个区域中用不同颜色显示每个区域中的图形的程序。另外,还提供了一种使计算机执行以下步骤的3D数据分析程序:计算其坐标轴是从关于微粒的测量数据中选择的独立的三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的步骤;显示3D立体图像的步骤;以及在3D立体图像中,在每个区域中用不同颜色显示被用户设置的平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中的图形的步骤。

[0029] 在本技术中,假设“微粒”广泛包括各种颗粒,例如细胞、微生物、和脂质体这样的生物颗粒,诸如胶乳颗粒、凝胶颗粒,和其他工业颗粒这样的复合颗粒。

[0030] 细胞包括动物细胞(血细胞相关细胞)和植物细胞。微生物包括诸如大肠杆菌这样的细菌、诸如烟草花叶病毒这样的病毒、以及诸如酵母菌这样的真菌。生物颗粒还包括染色体、脂质体、线粒体、细胞器等。此外,生物颗粒还可以包括核酸、蛋白质、以及生物大分子比如前者的复合物。工业颗粒例如可以是有机或无机大分子材料、金属等。有机大分子材料包括聚苯乙烯、苯乙烯二乙烯基苯、聚甲基丙烯酸甲酯等。无机大分子材料例如包括玻璃、二

氧化硅、磁性材料等。金属包括胶体金和铝。这些微粒一般具有球状的形状但也可以是非球状的形状。此外,这些微粒的尺寸和质量也没有具体限制。

[0031] 发明的有益效果

[0032] 根据本发明,提供了一种数据分析装置,该数据分析装置可以容易并直观地识别分布图中的待分析的微粒或微粒小群体,并能够获得关于微粒或微粒小群体的准确统计数据。

附图说明

[0033] 图1是示出了根据本技术的3D数据分析装置的配置的框图,该3D数据分析装置与流式细胞仪相关联设置。

[0034] 图2是示出了根据本技术的3D数据分析装置的功能配置的框图。

[0035] 图3是示出了由根据本技术的3D数据分析装置所显示的三维分布图的示意图。

[0036] 图4是示出了由根据本技术的3D数据分析装置所显示的双眼型立体图像(3D立体图像)的示意图。

[0037] 图5是示出了平面(引导平面)和区域的示意图,该平面和区域设置在三维分布图的坐标空间中。

[0038] 图6是用于示出坐标空间被分为八个区域的三维分布图的示意图。

[0039] 图7是用于示出用于移动将三维分布图的坐标空间分为八个区域的引导平面的标记图形的布置的示意图。

[0040] 图8是用于示出倾斜设置在三维分布图的坐标空间中的引导平面的示意图。

[0041] 图9是用于示出坐标空间被分为八个区域的三维分布图中的频率分布的分析结果的显示实例的图示。

[0042] 图10是用于示出在体现分布频率的同时执行多色显示的三维分布图的示意图。

[0043] 图11是示出了三维图像中对应于微粒的图形形状的示意图。

[0044] 图12是示出了受阴影处理影响的图形的立体观察图像的概念图。

[0045] 图13是示出了阴影处理的处理方法的示意图。

[0046] 图14是示出了坐标轴的立体观察图像的概念图。

[0047] 图15是示出了从各坐标轴的方向立体观察时三维分布图的图像的概念图。

[0048] 图16是示出了使对应于微粒的图形在其中振动的动态图像的立体观察图像的概念图。

具体实施方式

[0049] 下面将参照附图描述实现本技术的优选实施例。应该注意,下面将描述的实施例陈述本技术代表性实施例的实例,本技术的范围由此不进行狭隘的解释。描述遵循以下顺序。

[0050] 1、3D数据分析装置的配置

[0051] 2、3D立体图像的显示

[0052] 3、数据分析

[0053] 4、数据显示

[0054] 5、3D立体图像的特征

[0055] (5-1) 图形形状

[0056] (5-2) 图形的阴影处理

[0057] (5-3) 坐标轴

[0058] (5-4) 动态图像

[0059] 6、3D数据分析程序

[0060] 1、3D数据分析装置的配置

[0061] 图1示出了根据本技术的3D数据分析装置的装置配置。这里,描述了一个实施例,其中3D数据分析装置与微粒测量装置相关联设置作为未来分析系统。另外,图2示出了该微粒分析系统的功能配置。下面将以实例的形式描述流式细胞仪被用作微粒测量装置的情况。

[0062] 图形中代码1表示的3D数据分析装置,通过通信电缆4连接到流式细胞仪2来构成微粒分析系统3。3D数据分析装置1包括中央处理单元(CPU) 10、存储器20、硬盘30、用户接口等。3D数据分析程序31、关于微粒的测量数据32、操作系统(OS) 33等存储并保持在硬盘30中。用户接口包括从用户接收信息输入的鼠标41和键盘42等、以及向用户输出信息的显示器43和打印机44等。应该注意,可以设置诸如杆式控制器和手写板等输入设备来代替或补充鼠标41和键盘42。

[0063] 数据存储单元130(硬盘30)保存关于微粒(细胞)测量数据32,该数据从流式细胞仪2输出。从流式细胞仪2的输入/输出接口250输出的测量数据通过通信电缆4输入到3D数据分析装置1的输入/输出接口150,并被存储在数据存储单元130(硬盘30)中。

[0064] 测量数据32在数据处理单元120中处理。在通过输入单元141(鼠标41或键盘42等)接收到用户的输入时,数据处理单元120开始进行处理。也就是说,当用户选择和输入测量数据32中的独立的三种变量(参数)时,数据处理单元120以所选参数为坐标轴创建表示微粒特性分布的三维分布图。通过在其坐标轴是所选参数的坐标空间中绘制微粒来创建三维分布图。通过根据所选参数的测量值计算每个微粒在坐标空间中的各位置和图形并在所计算的位置上绘出所计算的图形,来进行微粒的绘制。

[0065] 这里,“独立参数”是指从微粒的前向散射光(FS)、侧向散射(SS)、荧光(FL)以及阻抗等中选择的且互不相同的参数。荧光(FL)可以被作为在标记到微粒上的荧光染料的波长范围之间不同的参数并表示为FL1、FL2到FLn(n是大于或等于3的整数)等。作为实例,例如可以使用前向散射光(FS)、侧向散射(SS)、和荧光(FL)的组合,以及前向散射光(FS)、侧向散射(SS)和阻抗的组合作为独立的三种参数。可选地,独立的三种参数可以从测量数据中任意选择并进行组合。

[0066] 通过数据处理单元120创建的三维分布图在显示单元142(例如,显示器43)上显示为3D立体图像。在显示单元142上显示的3D立体图像的数量为一个,两个或两个以上。当显示两个或两个以上3D立体图像时,可以显示通过在多个不同方向上观察相同三维分布图获得的3D立体图像,或可以显示其中所选三种参数中至少有一个不同的多个三维分布图的3D立体图像。3D立体图像在这里为双眼型立体图像。

[0067] 此外,当测量数据32包括多个不同时间(时间点)处的测量值时,显示单元142可以使用3D立体图像来显示表示在多个时间点处的微粒的特性分布的三维分布图。包括多个时

间点处的测量值的测量数据可以是通过利用荧光共振能量转移 (FRET) 法测量细胞表面分子复合物随时间的缔合或解离而获取的数据、通过利用自身荧光波长根据细胞膜的电荷发生变化的荧光染料测量细胞膜随时间的改变而获取的数据、或通过在使频率表示与细胞内钙的流入反应相关的同时测量细胞表面分子的表达强度而获取的数据等。

[0068] 在多个时间点处的三维分布图的3D立体图像每次可以并排显示,或可以在切换显示的同时被逐一显示。当执行3D立体图像的显示切换时,切换可以自动进行,或可以根据用户输入信号进行。通过显示在多个时间点处的三维分布图的3D立体图像,用户可以在检查微粒特性分布的连续变化的同时执行数据分析,还可以执行已经向三种参数(坐标轴)添加时间(时间轴)的更多多维分析。

[0069] 在基于来自输入单元141(鼠标41、键盘42等)的用户输入信号任意旋转、放大、或缩小3D立体图像的同时,可以执行显示单元142上3D立体图像的显示。另外,当基于来自输入单元141的输入信号在三维分布图的坐标空间中设置用于围选的截止区域或用于稍后描述的数据分析的分析区域时,3D立体图像与在图像中显示以指示截止区域或分析区域的立体图形一起旋转、放大、或缩小。

[0070] 流式细胞仪2可具有与通过适当进行修改获得的现有已知装置或配置相同的配置,更具体地,由控制单元210、流动系统220、检测系统230、输入/输出接口250等配置而成。

[0071] 流动系统220使含有微粒的样本液层流流入流动细胞或微芯片中形成的流道中的鞘液层流的中心,微粒在层流中排列成一行。检测系统230获取指示流过流道的微粒的特性的参数值。更具体地,光学检测单元231向流动的微粒照射光,检测微粒产生的散射光、荧光等,并获取强度。光学检测单元231通过包括激光源、透镜、镜子、滤光片、以及区域摄像设备比如CCD或CMOS设备、或PMT(光电倍增管)等配置而成。另外,电检测单元232通过包括以与流动的微粒相对的方式设置的电极配置而成,并获得微粒的阻抗、电容、电感等。流式细胞仪2可以包括对根据分析结果确定微粒具有所期望特性的微粒进行采样的采样系统240。采样系统240例如可以采用只有所需的微粒才通过向流动细胞外的空间排出含有微粒的液滴并通过控制液滴的移动方向收集在容器中的方法。

[0072] 由检测系统230检测的散射光、荧光等的强度的测量值,或阻抗、电容、电感等的测量值被转换成电信号,并从输入/输出接口250输出作为测量数据。

[0073] 2、3D立体图像的显示

[0074] 图3示意性地示出了根据本技术的3D数据分析装置所显示的三维分布图。三维分布图在显示单元142上使用3D立体图像显示并且可以由用户立体地识别。

[0075] 三维分布图5表示其坐标轴是用户所选的三种参数的坐标空间6中的微粒特性分布。在三维分布图5中,在由所选参数的测量值计算的位置绘制对应于每个微粒的图形7。

[0076] 在图形中,以实例的形式示出了三种参数是前向散射光(FS-Lin:X轴)、侧向散射(SS-Lin:Y轴)、和第一荧光(FL1-Lin:Z轴)的组合的情况。用坐标轴表示的参数可以是任意选择的组合。例如,X轴可以表示第一荧光(FL1),Y轴可以表示第二荧光(FL2),Z轴可以表示阻抗。

[0077] 三维分布图的3D立体显示利用双眼型立体图像进行。图4示意性地示出了通过根据本技术的3D数据分析装置显示的双眼型立体图像。

[0078] 当用户选择参数时,数据处理单元120创建三维分布图5,然后创建当用左眼观看

分布图时的图像(即,左眼图像5L),和当用右眼观看时的图像(即,右眼图像5R)。显示单元142(例如,显示器43)同时显示左眼图像5L和右眼图像5R,使得以分离的方式,左眼图像5L仅对左眼呈现,而右眼图像5R仅对右眼呈现。

[0079] 例如,在时分法(其是眼睛法之一)中,通过交替显示具有微小时间差的左眼图像5L和右眼图像5R,并使快门眼镜8与这些图像的交替显示同步,可以进行分离呈现。可选地,分离呈现可以采用诸如互补色法或偏振滤光法或其他眼镜法、诸如视差屏障法或双凸透镜法的裸眼法、或诸如立体镜法和头戴法的观察器法。

[0080] 通过进行左眼图像5L和右眼图像5R的分离呈现,当在三维空间中观察三维分布图时,显示器43重建图像,以便使用户立体查看分布图。

[0081] 3、数据分析

[0082] 数据分析的分析区域的设置由设置平面的用户执行,其通过使用输入设备,比如鼠标41或键盘42来将三维分布图5的坐标空间6分为多个区域,同时查看显示单元142上显示的3D立体图像。图5示出了设置平面和区域的特定实例。为了简单起见,示出了坐标空间6沿单个坐标轴X被平面(以下也称为“引导平面”)51分为两个区域61和62的实例。

[0083] 引导平面51与坐标轴X垂直并沿轴方向将坐标空间6划分为区域61和区域62。通过移动标记图形511,引导平面51与标记图形511一起移动,该标记图形511设置在引导平面51和坐标轴X的交叉点处,使用输入设备,比如鼠标41或键盘42。也就是说,当标记图形511基于从输入单元141输入的信号在坐标轴X上移动时,引导平面51据此在坐标空间6中移动且改变其位置。图形中的箭头指示标记图形511在坐标轴X上的移动方向以及引导平面51在坐标空间6中的移动方向。

[0084] 更详细地,例如,当已知靶细胞指示等于或大于某个参数中的某个值时,坐标轴X上表示参数的标记图形511被移至某个值。接下来,根据标记图形511的移动,引导平面51在坐标空间6中移动,由此将坐标空间6划分为等于或大于某个值的区域(即,存在与靶细胞对应的图形7的区域)62以及小于某个值的区域(即,存在与非靶细胞对应的图形7的区域)61。

[0085] 在3D立体图像中,以半透明的方式显示引导平面51,使得用户可以观察图形7,当立体查看时,在引导平面51后面观察该图形7(这里,图形7定位在区域62中)。用户可以通过半透明引导平面51识别位于引导平面51后面的图形7。因此,例如,当不使用参数的值而要使用合适的坐标位置根据分布情况来划分与靶细胞对应的图形7和与非靶细胞对应的图形7时,用户可以设置引导平面51的位置,同时沿坐标轴X的方向识别图形7的分布。

[0086] 只有当从输入单元141输入信号时,引导平面51才可以在3D立体图像中显示。这样,当设置引导平面51时,用户能够更恰当地识别图形7,在引导平面51后面观察该图形7。另外,容易看到在引导平面51后面观察的坐标轴以及坐标轴上的刻度和值。应该注意,通过使引导平面51能够在3D立体图像中显示或不显示,基于用户从输入单元141输入的信号,也可获得相同的效果。在这种情况下,当调节引导平面51的位置时,用户可以在图像中显示引导平面51。当检查设置之后引导平面51的位置以及由所设置的引导平面51划分获得的区域时,用户不在图像中显示引导平面51。

[0087] 可以根据待分析数据将坐标空间6分为两个或两个以上区域。区域的数量不受特别限制,优选针对每个坐标轴设置垂直引导平面,并因此将坐标空间6分为八个区域。图6示出了将坐标空间6分为八个区域的三维分布图。

[0088] 引导平面51,52及53分别与X坐标轴、Y坐标轴及Z坐标轴垂直,坐标空间6由这三个引导平面分为八个区域,即,区域61-68。在八个区域中,例如,区域61是用X轴表示的参数的值大于标记图形511的位置的值,用Y轴表示的参数的值小于标记图形521的值,且用Z轴表示的参数的值小于标记图形531的值的区域。另外,例如,区域68是用X轴表示的参数的值小于标记图形511的位置的值,用Y轴表示的参数的值大于标记图形521的值,且用Z轴表示的参数的值大于标记图形531的值的区域。

[0089] 如上所述,引导平面51,52及53的位置可以分别通过移动设置在与坐标轴的交叉点处的标记图形511,521及531来改变(参见图7A)。可选地,作为移动引导平面51,52及53的标记图形,标记图形541可以设置在三个平面的交叉点处(参见图7B)。在这种情况下,引导平面51,52及53的位置可以通过移动标记图形541同时一起改变。

[0090] 应该注意,尽管这里描述了引导平面被设置为与坐标轴垂直的平面的情况,但是引导平面还可以被设置为不与任意坐标轴垂直的倾斜平面(参见图8)。同样在这种情况下,可通过移动设置在引导平面和坐标轴的交叉点处的标记图形来改变引导平面的位置和倾角。

[0091] 4、数据显示

[0092] 数据处理单元120计算每个区域中的参数值和/或分布频率,并使显示单元142显示关于参数值和/或分布频率的信息(分析结果)。

[0093] 关于参数值的信息可以是存在于对应区域中的图形7的最小值、最大值、平均值、中间值、标准偏差以及标准误差等。另外,关于分布频率的信息是存在于对应区域中的图形7的数量与存在于整个坐标空间6中的图形7的数量之比。分布频率是有用的,例如,作为指示细胞群体中包括的靶细胞的比例的群体信息。

[0094] 图9示出了坐标空间6被分为八个区域的三维分布图中的频率分布的分析结果的显示实例。这里,描述了一个实例,其中在设置有如图6所示的区域61-68的三维分布图5中,第一荧光(FL1)、第三荧光(FL3)以及第五荧光(FL5)分别被用作X轴、Y轴和Z轴的参数。

[0095] 在图形中所示的分析结果的表中,例如,FL1(+)、FL3(-)和FL5(-)的行指示在FL1的测量值大于标记图形511的位置的值,FL3的测量值小于标记图形521的值,且FL5的测量值小于标记图形531的值的区域61中的频率分布的分析结果(15.6%)。另外,例如,FL1(-)、FL3(+)和FL5(+)的行指示在FL1的测量值小于标记图形511的位置的值,FL3的测量值大于标记图形521的值,且FL5的测量值大于标记图形531的值的区域68中的频率分布的分析结果(7.7%)。

[0096] 可以通过在以多色显示使用与分布频率相关联的颜色显示在显示单元142上的3D立体图像中的每个区域中显示图形7来向用户呈现频率分布的分析结果。图形7的分布频率和颜色可以通过用于可视化频率信息的现有热图显示而彼此相关。

[0097] 图10示出了以体现分布频率的多色显示来显示的三维分布图。(A)中所示的三维分布图与图6中所示的相同,且被引导平面51,52及53分为区域61-68,并且假设每个区域中的分布频率按照图9所示进行计算。(B)是示出了根据每个区域中计算的分布频率的值分配给存在于对应区域中的图形7的颜色,更深的颜色与较高的分布频率相关联,更淡的颜色与较低的分布频率相关联。

[0098] 在(A)中所示的三维分布图中,基于(B)中所示的分布频率与颜色之间的对应关

系,图形7在分布频率较高(在图6的区域63中分布频率最高)的区域中以更深的颜色来显示,图形在分布频率较低(在图6的区域67中分布频率最低)的区域中以更淡的颜色来显示。因此,通过在各个区域中以与频率分布对应的不同颜色显示3D立体图像中的显示频率分布的分析结果作为图形7,用户可以直观地感知分析结果。

[0099] 分布频率和颜色之间的相关性不限于这里描述的单色的强度,还可以存在使用不同亮度、色度或色调的多色显示。例如,就现有热图显示而言,可以采用一种方法,其中当分布频率变低时,颜色从暖色变为冷色,同时在分布频率较高的区域中使用暖色比如红色时,在分布频率为中频的区域中使用中性色比如绿色,在分布频率较低的区域中使用冷色比如蓝色。

[0100] 每当引导平面的位置改变以及区域的重置与用户使用输入设备移动引导平面同步进行时,通过数据处理单元120计算每个区域中的参数值和/或分布频率可以新执行。此外,优选三维分布图的每个区域中的图形7的颜色以更新为与新计算的分布频率对应的颜色,并在显示单元142上显示的3D立体图像中体现该分布频率。因此,通过实时响应于用户改变引导平面的位置并重置区域来显示3D立体图像中的分布频率的分析结果,用户可以更直观地感知分析结果,并且这有助于提高数据分析效率。

[0101] 除了与改变引导平面的位置并重置区域的用户操作同步自动改变三维分布图的每个区域中的图形7的颜色的上述方法之外,用户可以在所需时间,例如,在改变引导平面的位置之后,改变图形7的颜色,以便能够检查分布频率的分析结果。在这种情况下,虽然在改变引导平面的位置并重置区域的操作期间,区域中的所有图形7可以以相同颜色显示,但每个区域中的图形7优选以独特颜色显示。例如,在坐标空间6被分为八个区域的如图6所示的三维分布图的实例中,八个区域,即区域61-68中的图形7以不同的独特颜色显示。因此,通过在提供特定于每个区域的颜色时同时显示图形7,用户可以设置区域并同时检查每个图形7存在于区域中的哪个区域中,当用于改变引导平面的位置时,可以清楚地识别区域之间的边界并精确设置区域。应该注意,在完成例如改变引导平面的位置之后,优选地,用户在所需时间将图形7的颜色从特定于每个区域的颜色变为体现每个区域中的分布频率的颜色,由此使用户可以检查分布频率的分析结果。

[0102] 因此,在3D数据分析装置1中,用户可以设置用于数据分析的区域,同时立体查看其坐标轴是三种任意选择的参数,且可在区域中获得变量值和/或分布频率的分析结果的三维分布图。因此,在3D数据分析装置1中,甚至对包含待分析的微粒的样本来说,可以设置只存在待分析微粒的区域,并且可以获得精确的分析结果,所述待分析的微粒难以通过使用其坐标轴是一种或两种参数的现有直方图或细胞图来指定。另外,通过在任意组合要用于坐标轴的参数的同时显示三维分布图,在一个图表中可以获得与微粒的三个特征有关的信息。此外,可以通过显示从多个不同方向观察相同三维分布图获得的3D立体图像,或通过显示三种所选参数中的至少一个不同的多个三维分布图的3D立体图像,可以获得更多信息。因此,在3D数据分析装置1,与使用直方图或细胞图的现有分析相比,可以减少要参照的图表的数量,并且可以执行有效分析。

[0103] 5、3D立体图像的特征

[0104] 下面将依次描述根据本技术的3D数据分析装置所显示的3D立体图像的特征。

[0105] (5-1) 图形形状

[0106] 在图3中由代码7表示的对应于微粒的图形可被计算为由具有某个形状的多边形的组合构成的多面体,并被显示在3D立体图像中。如上描述,基于用户所选参数的测量值,数据处理单元120计算微粒在坐标空间中的位置和图形7,并创建三维分布图。此时,通过计算作为由具有某个形状的多边形的组合构成的多面体的图形7,可以减少数据处理单元120的计算负荷。另外,通过在3D立体图像中将图形7显示为由具有某个形状的多边形的组合构成的多面体,可以提高立体观察图像时图像的立体感。

[0107] 可以采用如图11(A)所示的由六个三角多边形的组合构成的六面体,或者是如图(B)所示的由八个三角多边形的组合构成的八面体等作为由具有某个形状的多边形的组合构成的多面体。只要形状是由具有某个形状的多边形的组合构成的多面体,图形7的形状没有具体限制。然而,从立体感和减少计算负荷的角度看,优选是六面体或八面体。

[0108] (5-2) 图形的阴影处理

[0109] 在3D立体图像中,在图形7中,立体查看时更靠近观察的图形显示更深,而更远离观察的图形显示更淡。下文中改变图形7的强度的处理称为“阴影处理”。

[0110] 图12中示出了进行了阴影处理的图形7的立体观察图像(下文中简称为“立体图像”)的概念图。根据图形中的箭头方向,更靠近观察的图形7更深,而更远离观察的图形7更淡。因此,通过对图形7执行阴影处理,对3D立体图像的立体图像给出深度,由此提高立体感。

[0111] 将参照图13描述阴影处理的处理方法。在显示器43上,同时显示左眼图像和右眼图像,在立体查看时,在显示器43的屏幕的位置所观察的图形70的左眼图像和右眼图像以重叠的方式被显示(参照图13(B))。

[0112] 当显示器43上显示的左眼图像位于右眼图像的右侧时(参见图13(A)),在与显示器43的屏幕的位置更靠近用户的一侧上立体查看该图形。从屏幕位置突出的观察图形的立体图像在图形中用代码71表示,而在显示器43上显示的图形71的左眼图像用代码71L表示,右眼图像用代码71R表示。另一方面,当在显示器43上显示的左眼图像位于右眼图像的左侧时(参见图13(C)),在比显示器43的屏幕的位置更远离地立体查看该图形。从屏幕位置突出的观察图形的立体图像用代码72表示,在显示器43上显示的图形71的左眼图像用代码72L表示,右眼图像用代码72R表示。

[0113] 在阴影处理中,更靠近观察的图形71的左眼图像71L和右眼图像71R显示更深,更远离观察的图形72的左眼图像72L和右眼图像72R显示更淡。

[0114] (5-3) 坐标轴

[0115] 在3D立体图像中,立体查看时更靠近观察的坐标轴的一部分显示得更粗,立体查看时更远离观察的一部分显示得更细。图14中示出了其粗度改变的坐标轴的立体图像的概念图。由此,通过改变坐标轴的粗度,对显示3D立体图像的立体图像给出深度,由此提高立体感。

[0116] 另外,如图14所示,立体查看时更靠近观察的坐标轴的刻度间隔的一部分显示为较宽,更远离观察的一部分显示为较窄,因此进一步对立体图像给出深度。可选地,通过在更靠近的部分中将坐标轴的名称(图14中的SS-Lin)和刻度数字(图形中的200,400,600,800,1000)的字符显示得更大并在更远离的部分中显示得更小,也可以获取相同的效果。应该注意,坐标轴的粗度、刻度间隔和字符尺寸的改变处理可以通过采用上述的阴影处理来

执行。

[0117] 坐标轴可以是具有线性轴和对数轴彼此组合的特性的双指数轴(参见NPL 1)。沿着双指数轴,对于被选为坐标轴的参数的测量值小于某个值的数据,通过采用其主函数元素为线性函数的函数来计算对应于微粒的图形7的位置。另外,对于测量数据大于某个值的数据,通过采用其主函数元素为对数函数的函数来计算图形7的位置。为了更简单起见,在双指数轴中,大于某个值的区域可以是对数轴,小于某个值的区域可以是线性轴。通过将双指数轴作为三维分布图的坐标轴,可能存在使用对数轴特性的更广动态范围的显示,由于线性轴特性还可能存在负值的显示。应该注意,三维分布图的坐标轴中的至少一个可以是双指数轴。

[0118] (5-4) 动态图像

[0119] 如上所述,基于用户从输入单元141(鼠标41、键盘42等)输入的信号,通过任意旋转、放大、或缩小3D立体图像,可以执行在显示单元142(例如,显示器43)上显示3D立体图像。当3D立体图像旋转时,如图3所示,优选在构成坐标空间6的固态图形(图形中的立方体)的各边上显示坐标轴。因为坐标空间6的固态图形由这些坐标轴阐明,所以当3D立体图像旋转时,可以更易于识别三维分布图的方向变化。

[0120] 在显示器43上显示的3D立体图像根据来自用户的输入任意旋转,或相反可以在特定方向上或不确定方向上一直缓慢地旋转。通过使用总是旋转的动态图像来显示3D立体图像,相比于使用静态图像,可以提高立体感。

[0121] 此外,可以将显示器43上显示的3D立体图像自动旋转到一个方向,其中在任何时候自用户所选的坐标轴方向立体观察的图像在用户旋转操作期间,或在基于用户输入的信号自动旋转期间被呈现。图15示出了从每个坐标轴的方向立体观察的三维分布图的图像。(A)示出了从Z轴方向观察的图像,(B)示出了从X轴方向观察的图像,(C)示出了从Y轴方向观察的图像。例如通过将图像通过使用键盘42的Z键输入旋转至Z轴方向的视点,并通过将图像从Z轴方向的视点通过使用X键输入旋转至X轴方向的视点,可以从每个坐标轴方向切换视点。可选地,例如可以通过用鼠标41点击显示器43上显示的图标,可以从每个坐标轴的方向切换视点。由此通过在从每个坐标轴的方向通过简单输入切换视点的同时可以观察3D立体图像,用户可以更容易理解三维分布图中微粒的特性分布。

[0122] 应该注意,当3D立体图像以总是旋转的方式在显示器43上显示时,3D立体图像优选旋转以保持三维分布图的垂直方向。也就是说,3D立体图像优选旋转,同时从三维分布图的XY平面、YZ平面、和ZX平面中选择的任意一个总是位于分布图下方。更具体地,例如,当图15(A)中所示的3D立体图像总是旋转时,图像旋转使得ZX平面总是位于三维分布图的底表面。此时,可以在倾斜三维分布图的旋转轴或改变其倾斜角度的同时旋转图像。因此,当在3D立体图像的旋转方向上施加一定的限制时,用户更易于感知用户关于三维分布图的视点方向,由此防止用户无法掌握三维分布图的方向。

[0123] 在显示器43上显示的3D立体图像可以使用对应于微粒的图形振动的动态图像进行显示。此时,与立体观看时更远离观察的图形相比,更靠近观察的图形以振动程度更大的方式进行显示。图16中示出了被添加振动动作的图形的立体图像的概念图。如图形中的箭头所示,图形71和72水平振动,水平振动的宽度在更靠近观察的图形71中较大,在更远离观察的图形72中较小。因此,与立体观看时更远离观察的图形相比,以振动程度更大的方式显

示更靠近观察的图形,对3D立体图像的立体图像给出深度,由此提高立体感。

[0124] 可选地,当使用动态图像显示3D立体图像时,对应于微粒的图形可以闪开或闪断。此时,与立体观看时更远离观察的图形相比,以更频繁的闪开和闪断方式显示更靠近观察的图形,可以进一步提高3D立体图像的立体感。

[0125] 此外,当测量数据32包括多个时间点处的测量值时,可以使用动态图像显示三维分布图在每个时间点处的各3D立体图像。这样,例如,在测量细胞表面分子复合物的缔合或解离的上述实例中,可以使用动态图像检查细胞表面上分子复合物的缔合等的随着时间推移的变化。

[0126] 如上所述,将想法并入根据本技术的3D数据分析装置以便提高要显示的3D立体图像的立体感。因此,甚至就仅由点(对应于微粒的图形)和线(坐标轴)构成的三维分布图而言,用户可以在正确识别立体图像的同时分析测量数据,并且可以容易和直观地在分布图中识别待分析的微粒和微粒小群体。

[0127] 6、3D数据分析程序

[0128] 根据本技术的3D数据分析程序使计算机执行以下步骤:计算其坐标轴是从关于微粒的测量数据中选择的独立的三种变量的坐标空间中的位置和图形,并创建表示微粒特性分布的3D立体图像;显示3D立体图像;以及在3D立体图像中,在被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中以不同颜色显示每个区域中的图形。

[0129] 再次参照图1和图2,基于上述实施例描述3D数据分析程序,3D数据分析程序被存储在硬盘30中(参照图形中的代码31)或由其保存。在CPU 10和操作系统(OS) 33的控制下3D数据分析程序由存储器20读取并执行数据处理单元120中三维分布图的3D立体图像的创建处理和显示单元142上3D立体图像的显示处理。

[0130] 3D数据分析程序可以是记录在计算机可读记录介质上的程序。只要记录介质是计算机可读记录介质,记录介质就没有具体限制,但是,例如,可使用磁盘状记录介质,比如软盘或CD-ROM。可选地,可以使用带状记录介质比如磁带。

[0131] 3D数据分析装置可以具有以下配置。

[0132] (1) 一种3D数据分析装置,包括:保存关于微粒的测量数据的数据存储单元;从测量数据中选择独立的三种变量的输入单元;计算其坐标轴是三种变量的坐标空间中的位置和图形并创建表示微粒的特性分布的3D立体图像的数据处理单元;以及显示3D立体图像并在3D立体图像中,在每个区域中用不同颜色显示被平面划分为多个区域的坐标空间的每个区域中的图形的显示单元。

[0133] (2) 根据(1)所述的3D数据分析装置,其中数据处理单元计算每个区域中的分布频率,并且显示单元在每个区域中用与分布频率相关联的颜色显示图形。

[0134] (3) 根据(1)或(2)所述的3D数据分析装置,其中平面基于从输入单元输入的信号以启用位置变化的方式来进行设置并在3D立体图像中显示。

[0135] (4) 根据(1)至(3)中任一项所述的3D数据分析装置,其中数据处理单元计算与平面的位置变化同步的分布频率,并且每个区域中的图形的颜色以实时改变的方式进行显示。

[0136] (5) 根据(1)至(4)中任一项所述的3D数据分析装置,其中3D立体图像基于从输入单元输入的信号在显示单元上旋转并且图像的立体图像可以从任意选择的坐标轴方向进

行观察。

[0137] 工业适用性

[0138] 根据本技术的3D数据分析装置,在立体观看其坐标轴是任意选择的三种参数的三维分布图的同时通过设置用于数据分析的区域,可从使用直方图或细胞图的现有装置难以进行分析的样本获得准确的分析结果。因此,根据本技术的3D数据分析装置例如可以与流式细胞仪一起使用并用于在医疗领域、公共卫生领域、新药开发领域等容易地且准确地分析细胞和微生物的特性。

[0139] 附图标号列表

[0140] 1:3D数据分析装置

[0141] 10:中央处理单元

[0142] 110:控制单元

[0143] 120:数据处理单元

[0144] 130:数据存储单元

[0145] 141:输入单元

[0146] 142:显示单元

[0147] 150:输入/输出接口

[0148] 2:流式细胞仪

[0149] 20:存储器

[0150] 210:控制单元

[0151] 220:流动系统

[0152] 230:检测系统

[0153] 231:光学检测单元

[0154] 232:电检测单元

[0155] 240:采样系统

[0156] 250:输入/输出接口

[0157] 3:微粒分析系统

[0158] 30:硬盘

[0159] 31:3D数据分析程序

[0160] 32:测量数据

[0161] 33:操作系统

[0162] 4:通信电缆

[0163] 41:鼠标

[0164] 42:键盘

[0165] 43:显示器

[0166] 44:打印机

[0167] 5:三维分布图

[0168] 51,52,53:引导平面

[0169] 511,521,531,541:标记图形

[0170] 6:坐标空间

- [0171] 61,62,63,64,65,66,67,68:区域
- [0172] 7:图形
- [0173] 8:快门眼镜

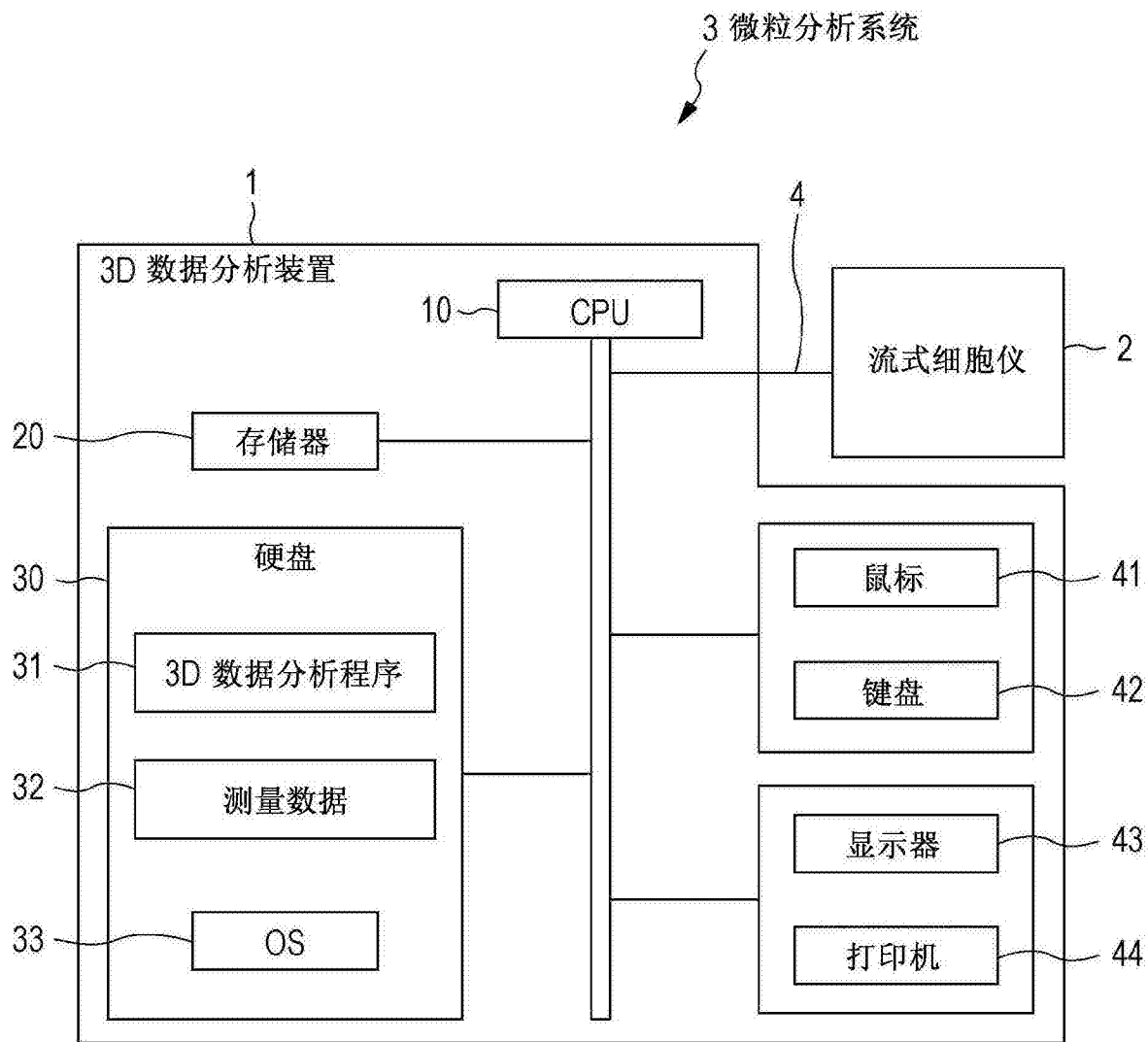


图1

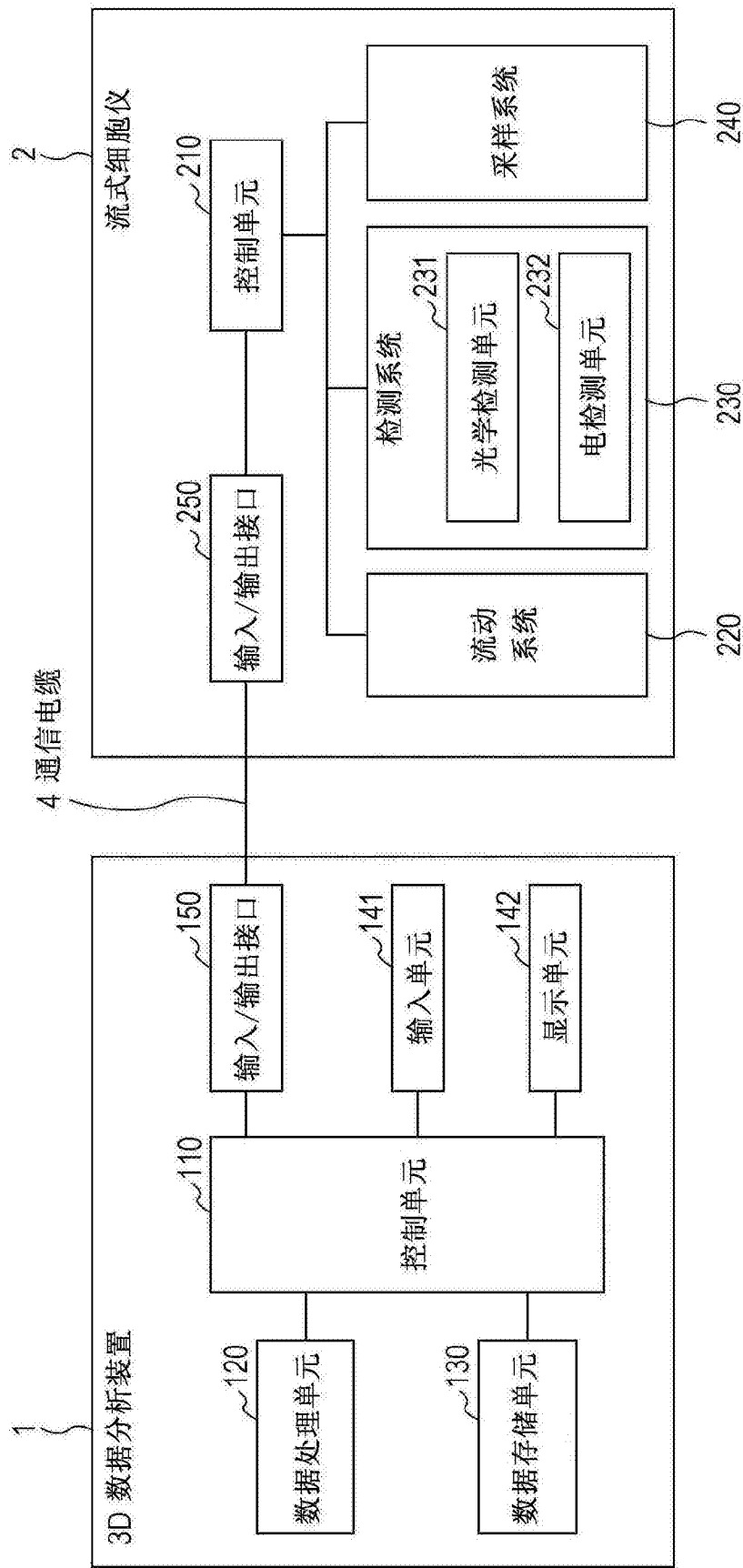


图2

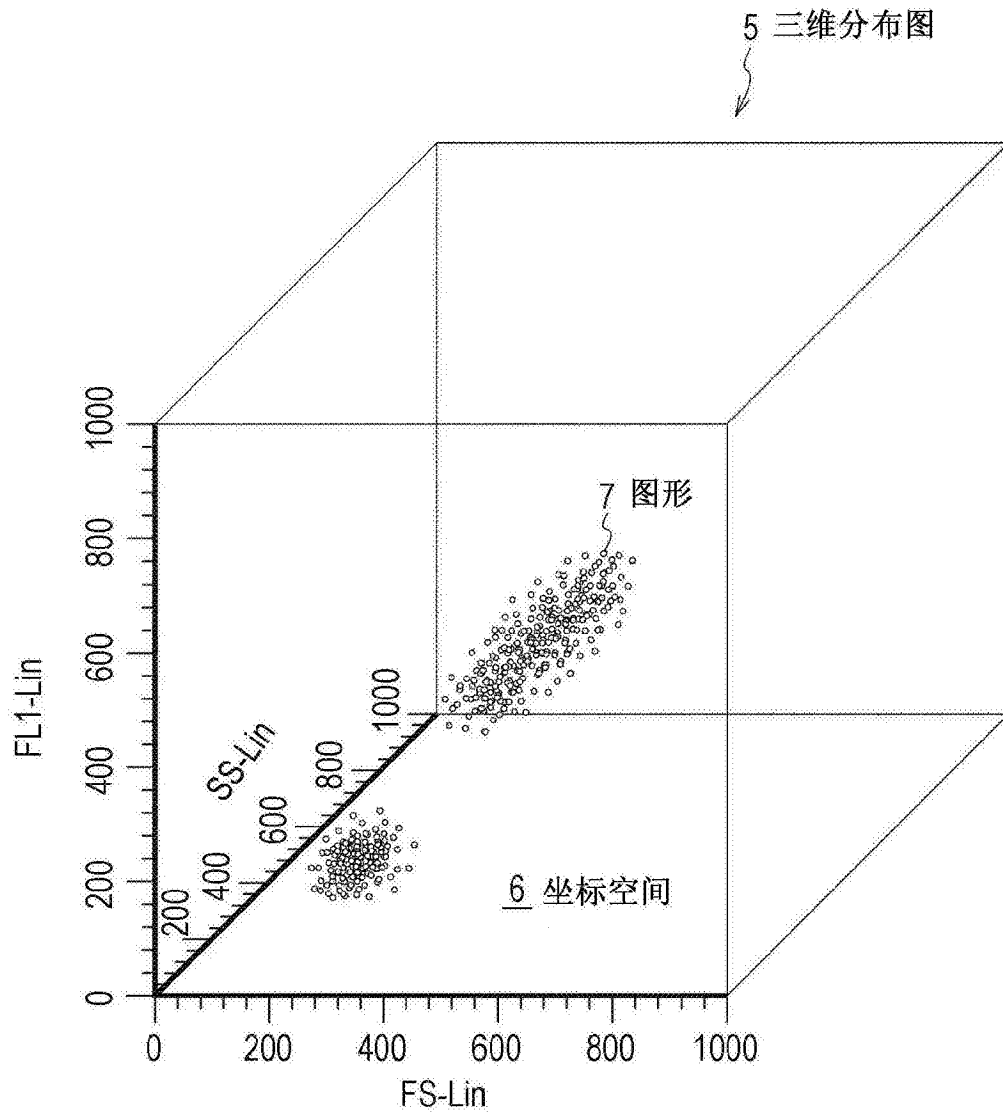


图3

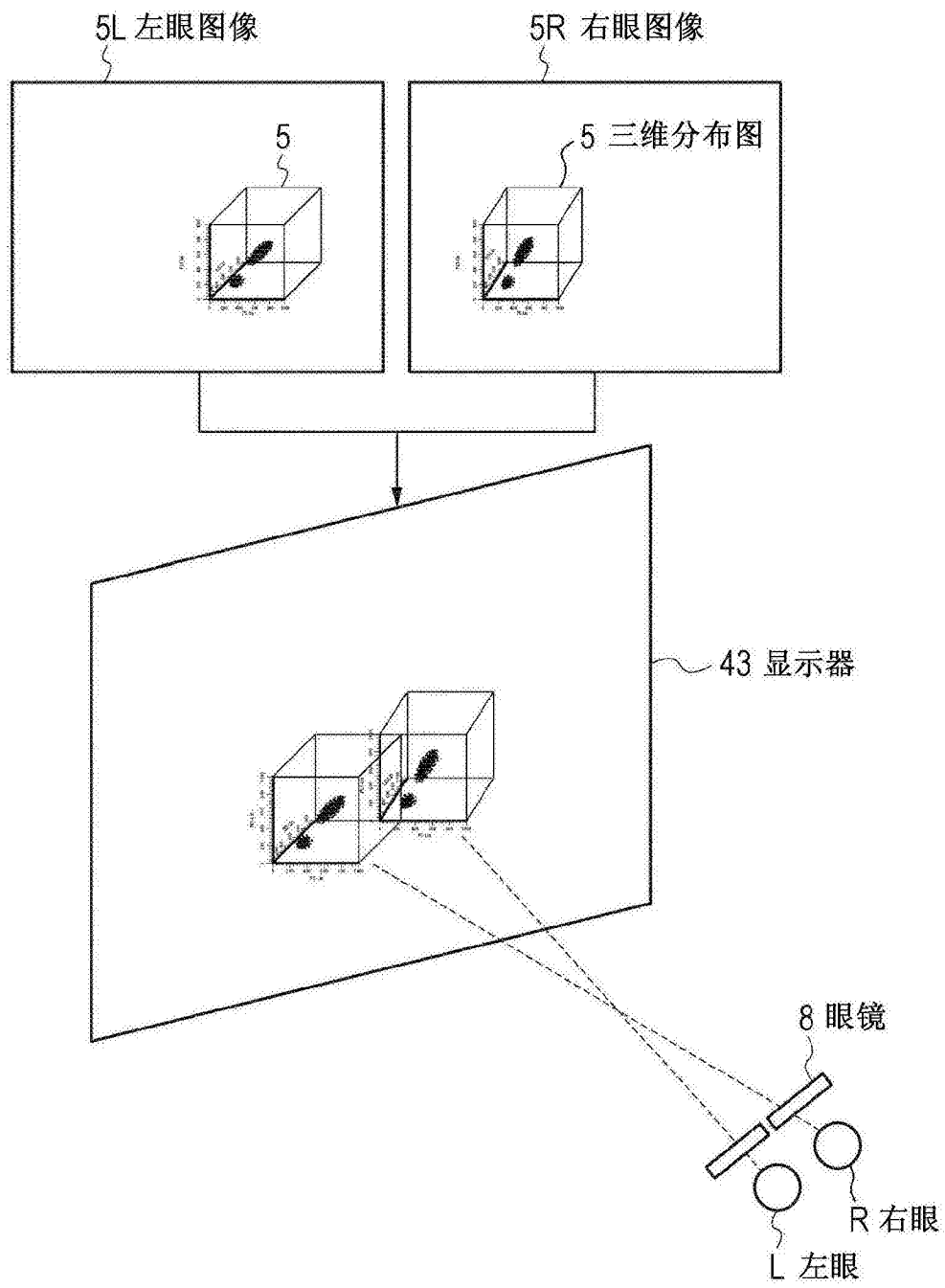


图4

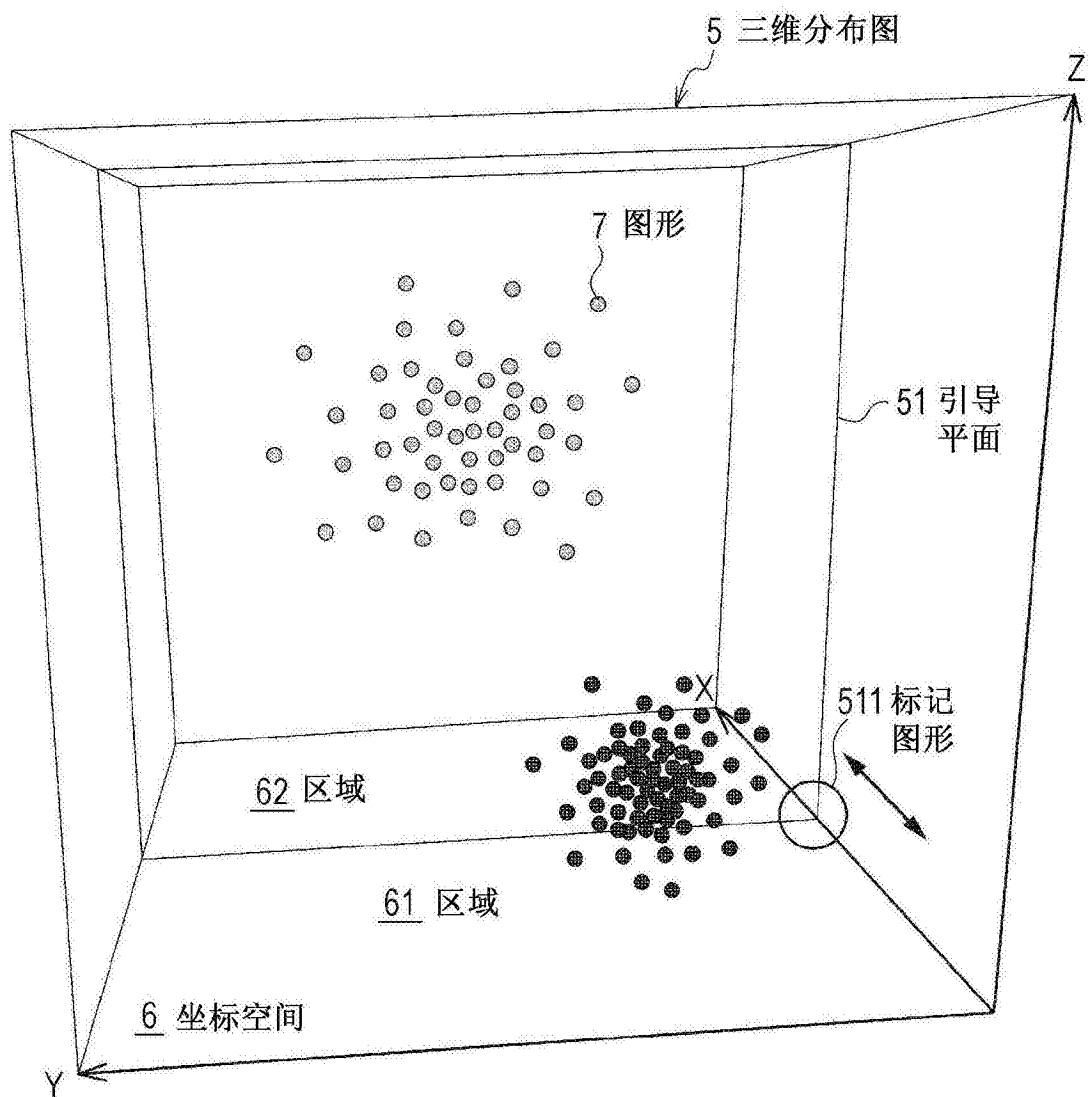
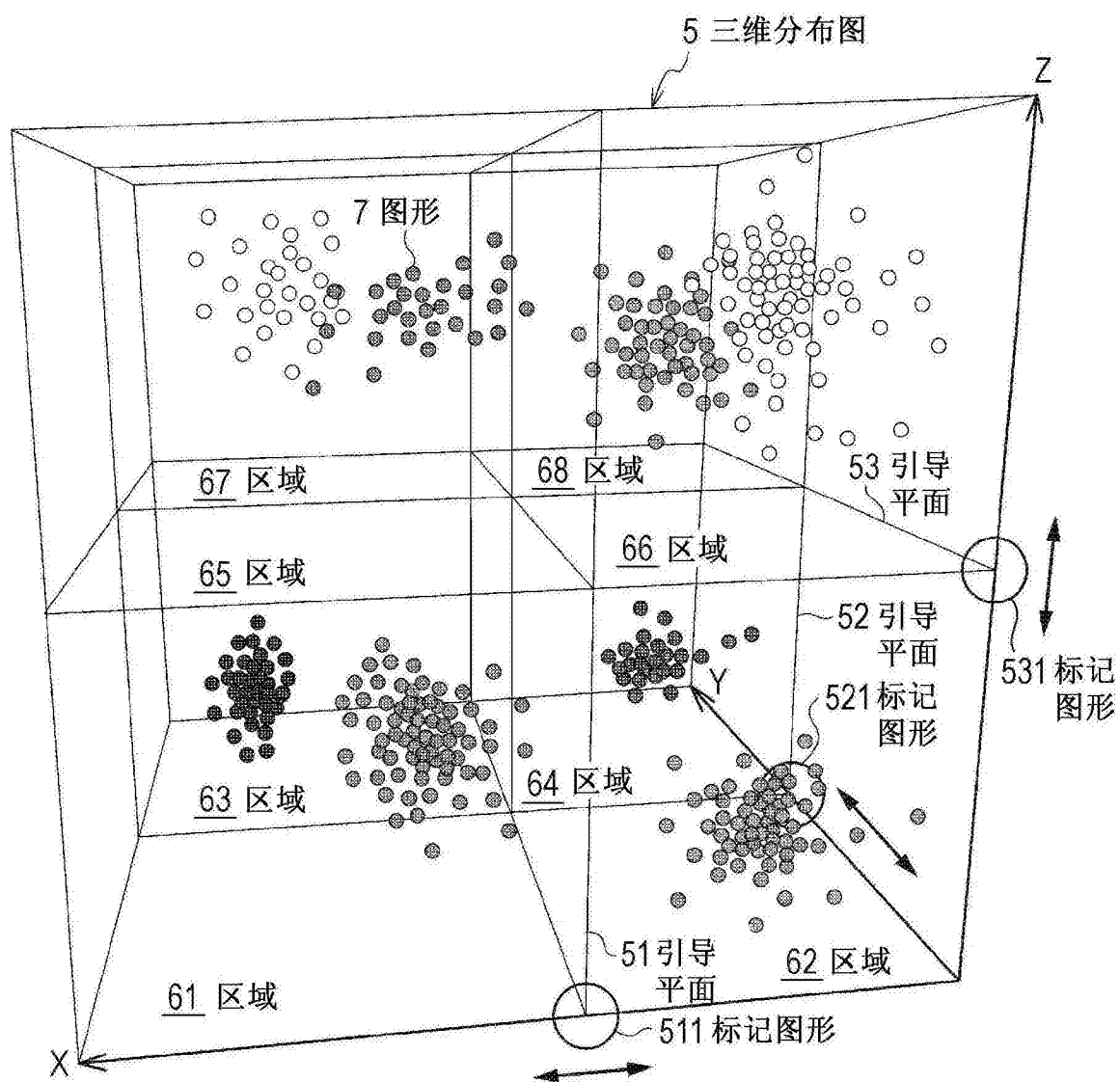


图5



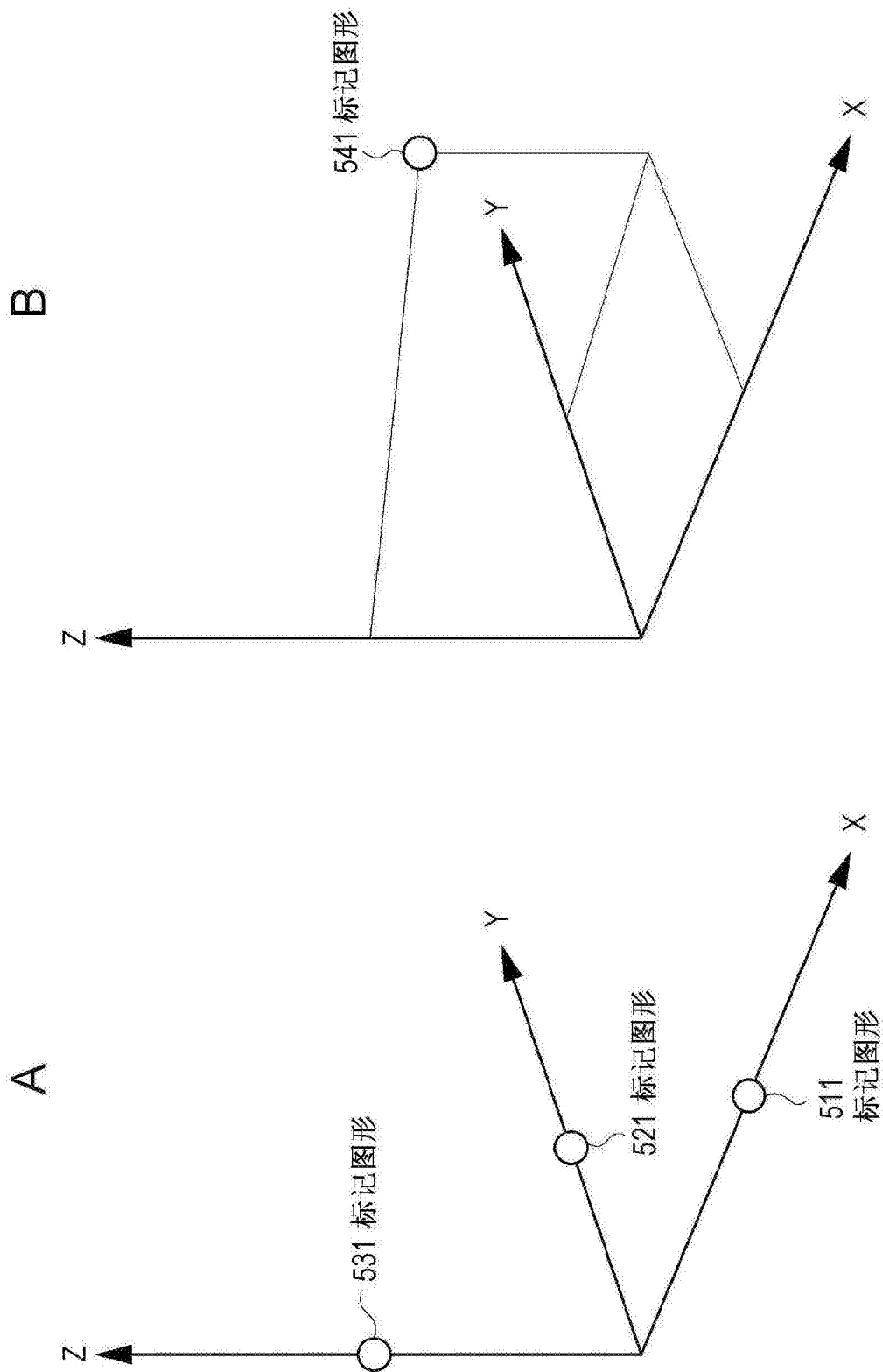


图7

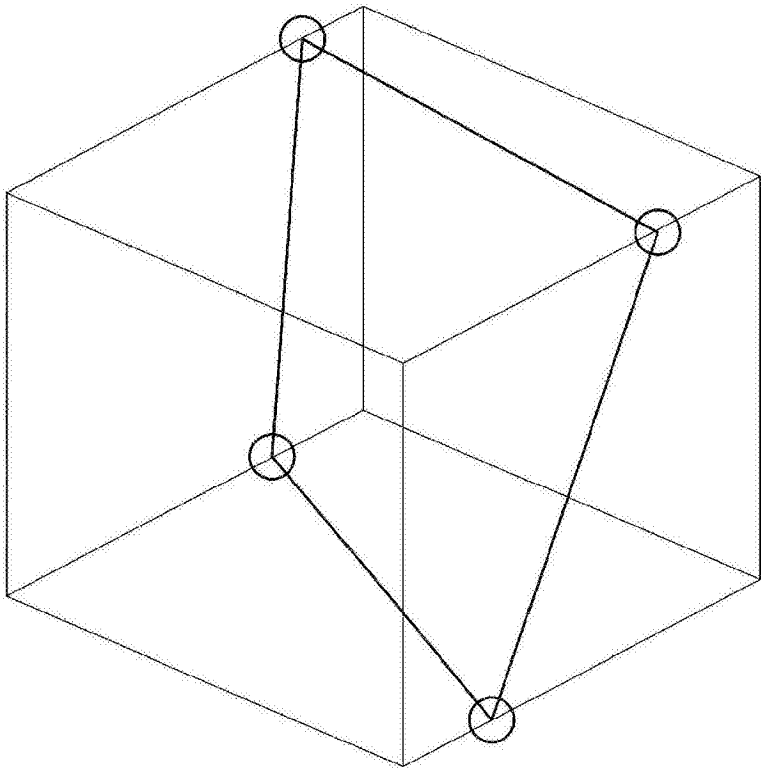


图8

分析数据

FL1	FL3	FL5	数据 (%)
-	-	-	1.7% 
-	-	+	0.6% 
-	+	-	20.0% 
-	+	+	7.7% 
+	-	-	15.6% 
+	-	+	15.5% 
+	+	-	38.5% 
+	+	+	0.4% 

图9

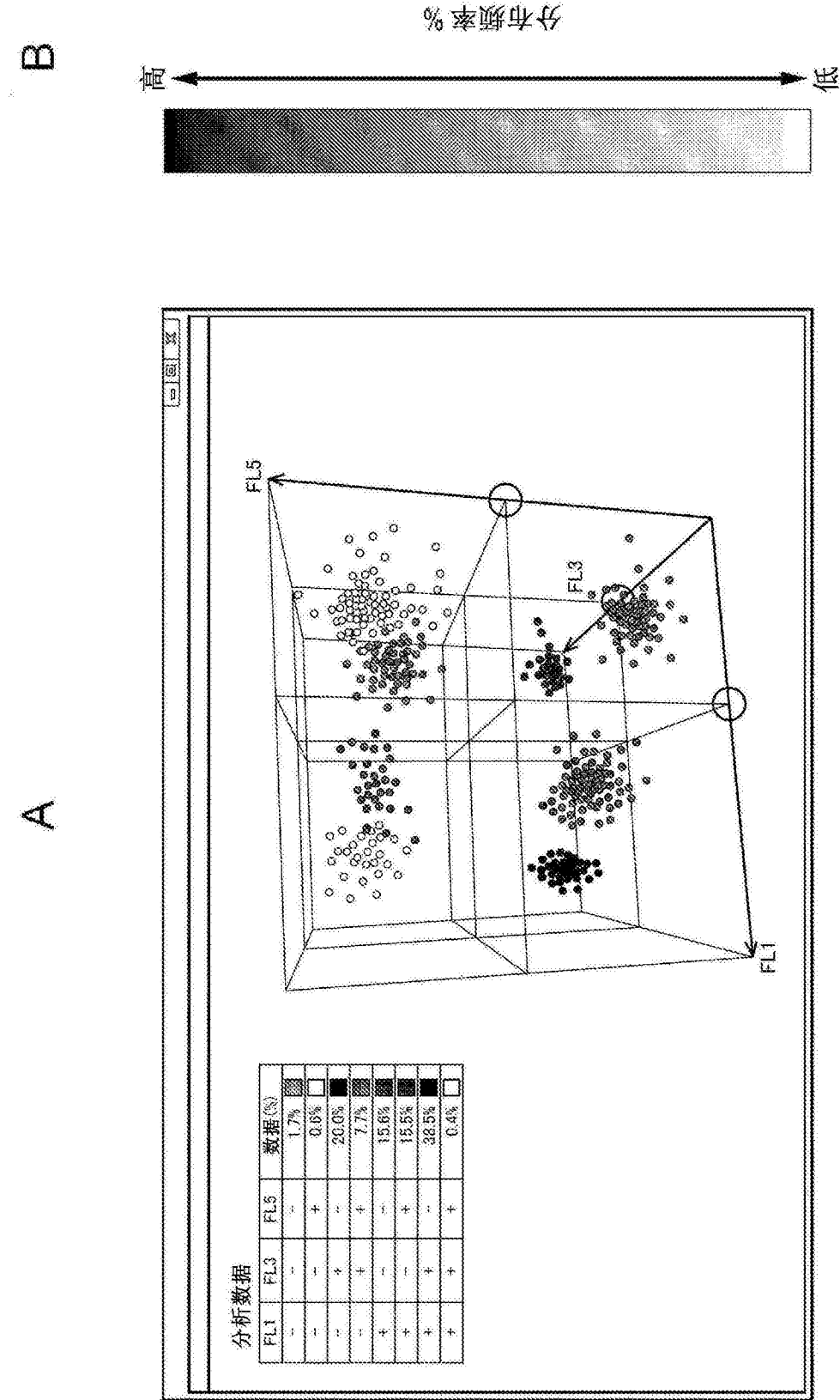
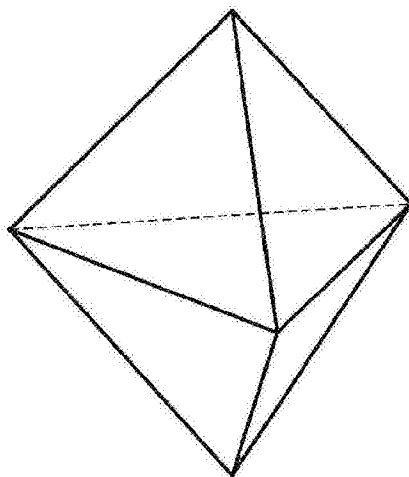


图10

A



B

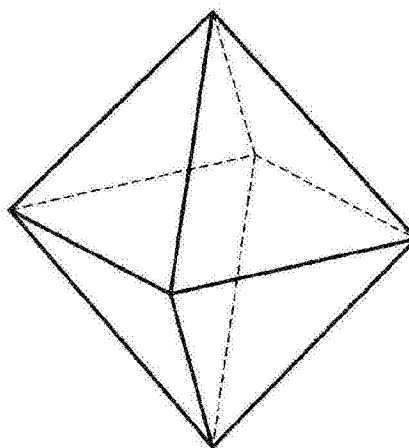


图11

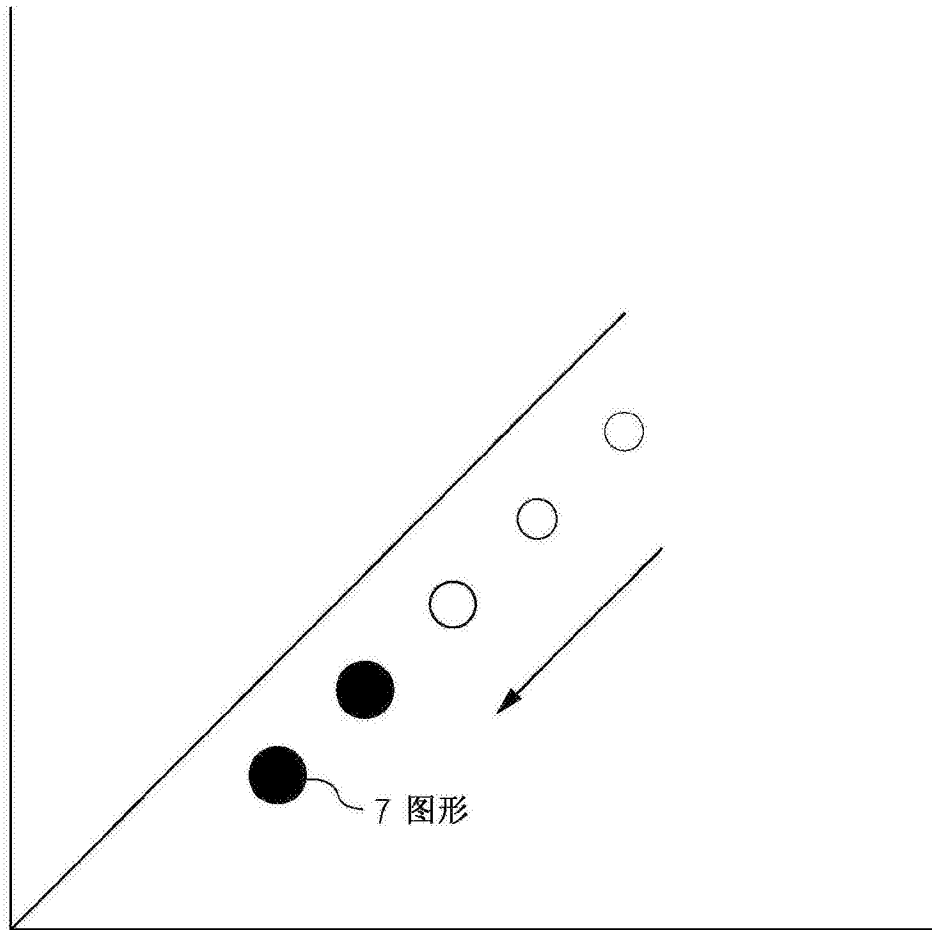


图12

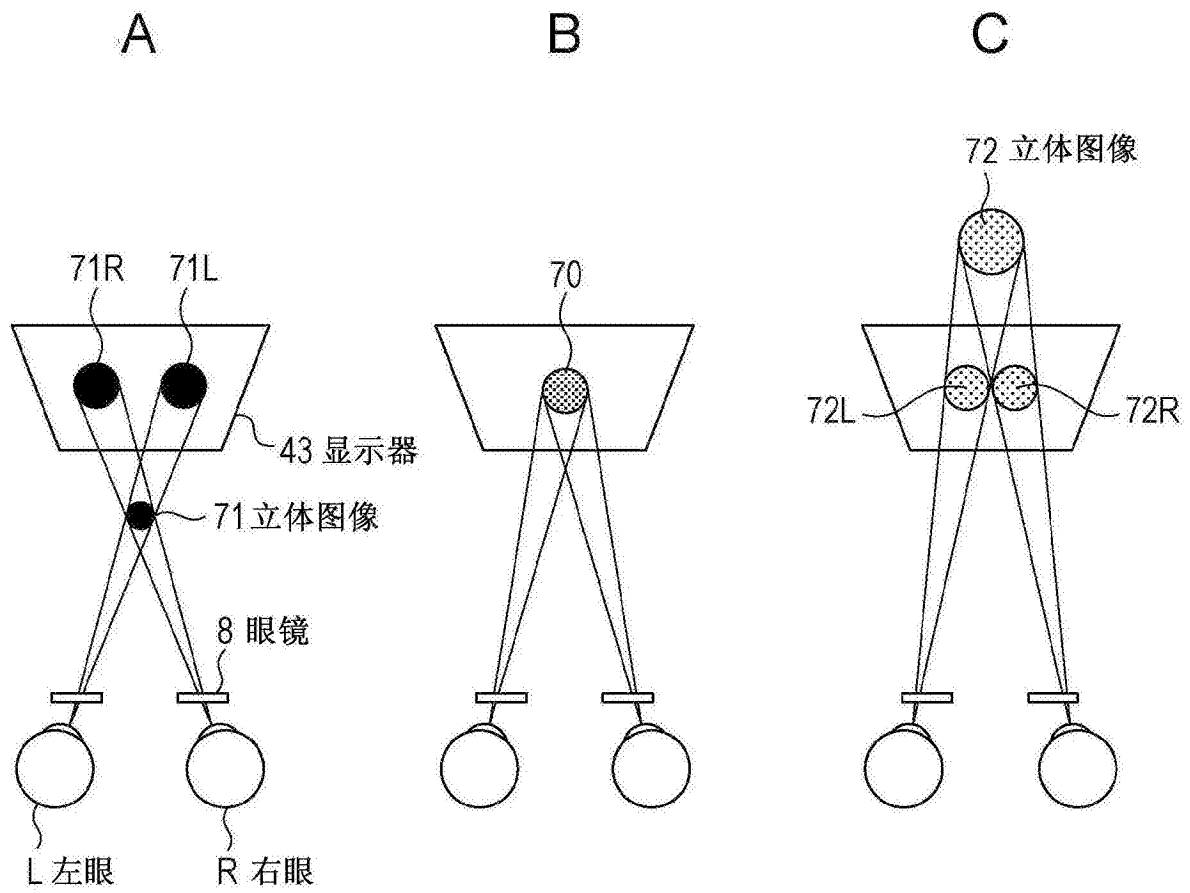


图13

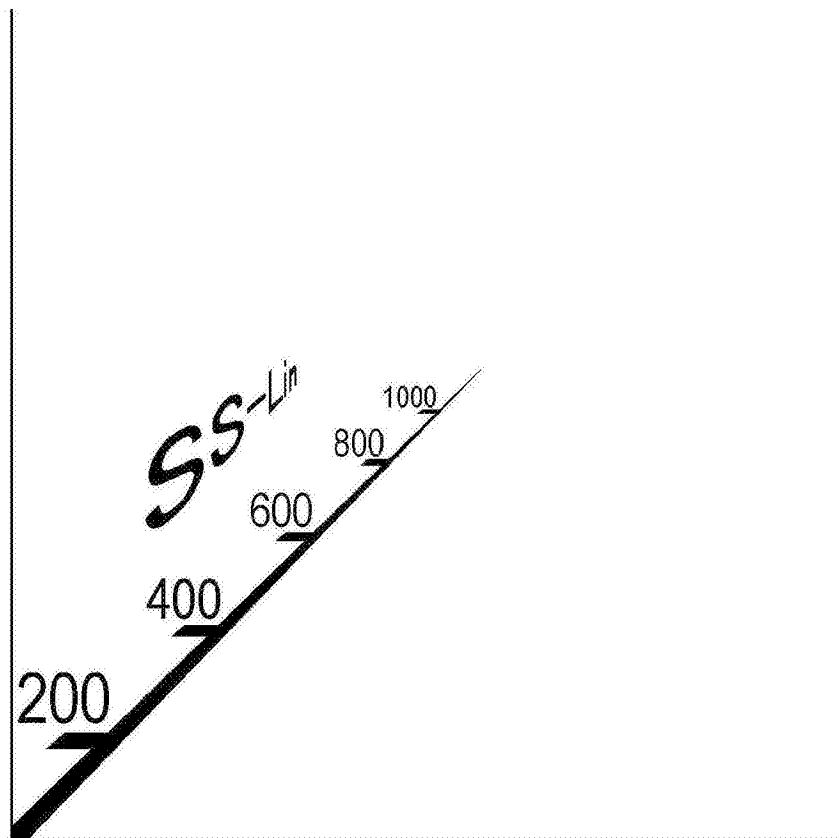


图14

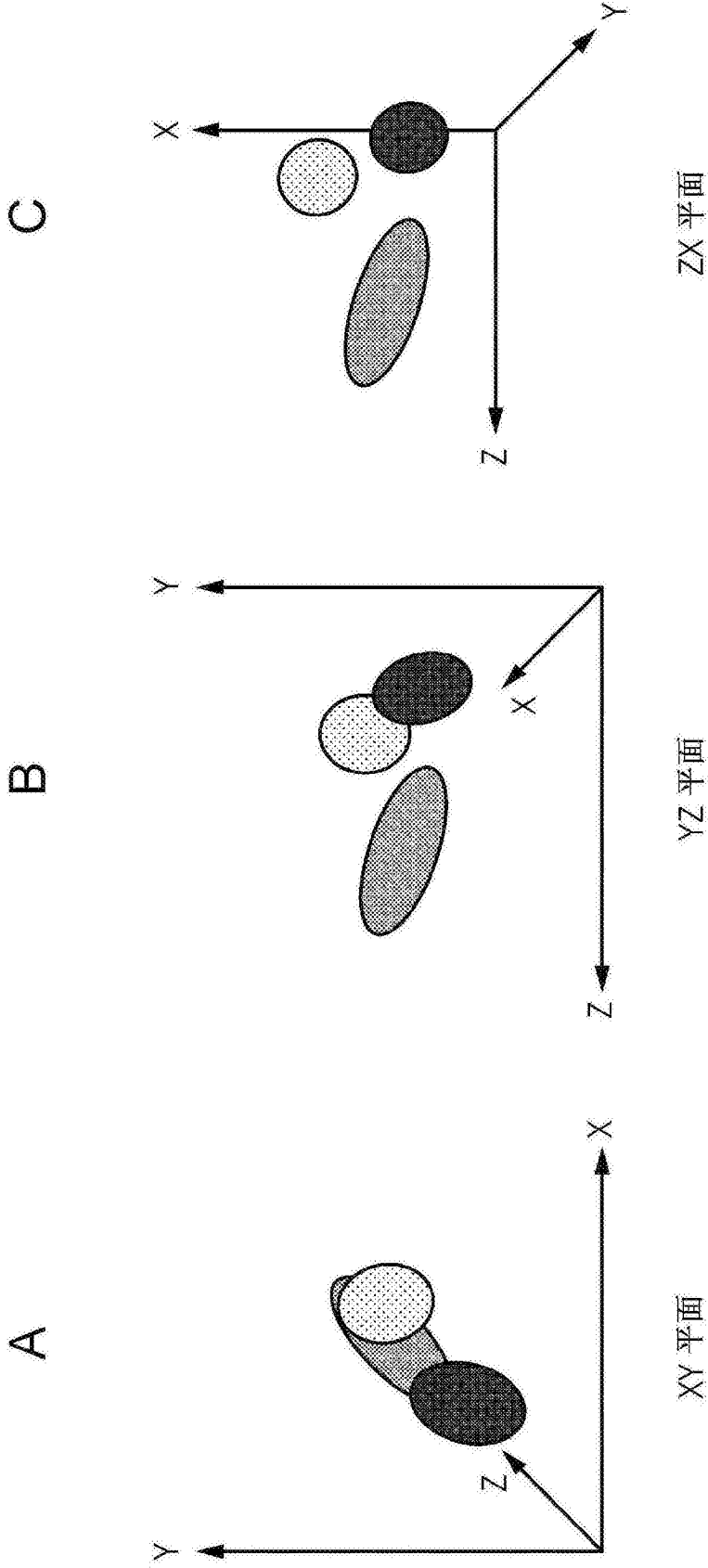


图15

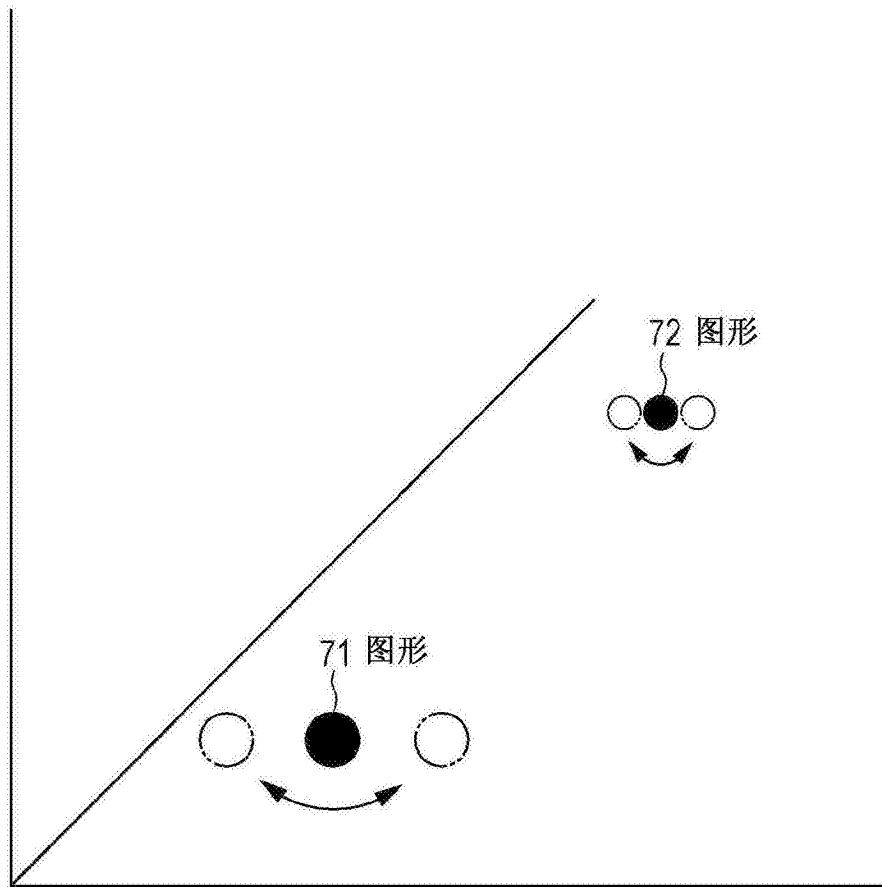


图16