

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06T 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02829235.9

[45] 授权公告日 2008年5月14日

[11] 授权公告号 CN 100388317C

[22] 申请日 2002.6.28 [21] 申请号 02829235.9

[86] 国际申请 PCT/JP2002/006621 2002.6.28

[87] 国际公布 WO2004/003850 日 2004.1.8

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.28

[73] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

[72] 发明人 雨海真人

[56] 参考文献

US6175371B1 2001.1.16

US5301271A 1994.4.5

EP1054384A2 2000.11.22

JP9-35058A 1997.2.7

US5273040A 1993.12.28

JP9-204532A 1997.8.5

审查员 郎亦虹

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 权鲜枝

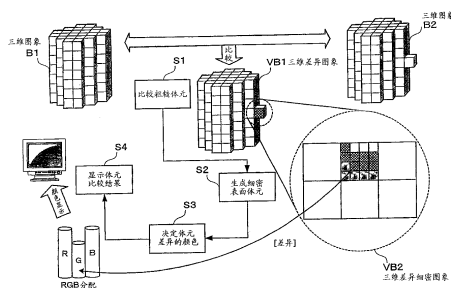
权利要求书4页 说明书29页 附图27页

[54] 发明名称

三维图象的比较程序、比较方法及比较装置

[57] 摘要

本发明提供一种三维图象的比较程序、比较方法及比较装置，高精度且快速地进行三维图象的比较。首先，计算机比较将CAD数据体元化生成的三维图象(B1)和将计测数据体元化生成的三维图象(B2)，生成三维差异图象(VB1)。然后，对三维差异图象的表面进行高精度的再体元化，生成三维差异细密图象(VB2)。进而，基于三维差异图象(VB1)或三维差异细密图象(VB2)，用不同颜色显示原来的图象和差异部。



1. 一种比较第 1 和第 2 三维图象并显示差异的三维图象比较方法，其特征在于，所述的方法包括以下步骤：

在将第 1 三维图象和第 2 三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

针对所述三维差异图象的表面体元，以比所述比较更精细的精度生成所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象的细密图象，

对细密图像中的第 1 三维图像和第 2 三维图像之间的不一致的体元计数，并且根据不一致的体元的体元数决定显示方式；

对于所述表面体元，利用所述显示方式显示所述三维差异图象。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述显示方式是颜色显示。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以红色、绿色、蓝色的光三原色为基础的加法混色来进行。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以青色、品红色、黄色的补色三原色为基础的减法混色来进行。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述减法混色除青色、品红色、黄色的补色三原色外，还追加黑色。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述比较是在第 1 三维图象和第 2 三维图象之间通过体元信息的布尔运算进行的。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述细密图象中的差异，是两个细密图象之间的不一致体元数。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将由 CAD 数据构成的三维界面信息体元化，作成所述第 1 三维图象。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将由计测数据构成的点组信息体元化，作成所述第 2 三维图象。

10. 一种比较第 1 和第 2 三维图象并显示差异的三维图象比较方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

将所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

部分地抽取所述三维差异图象的差异部分，

从通过所述抽取显现的一致体元的最外周选择基准体元，从所述基准体元的各面开始计数在垂直方向不一致的体元的体元数，以所述计数的数为基础决定对所述基准体元的各表面的显示方式，

以对应的所述显示方式显示所述基准体元的各表面。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述显示方式是颜色显示。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以红色、绿色、蓝色的光三原色为基础的加法混色来进行。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以青色、品红色、黄色的补色三原色为基础的减法混色来进行。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述减法混色除青色、品红色、黄色的补色三原色外，还追加黑色。

15. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述显示以三维形状的各面各自的所述计数的数为基础，针对所述三维差异图象的体元各面分别进行。

16. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，将由 CAD 数据构成的三维界面信息体元化，作成所述第 1 三维图象。

17. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，将由计测数据构成的点组信息体元化，作成所述第 2 三维图象。

18. 一种比较第 1 和第 2 三维图象并显示差异的三维图象比较方法，其特征在于，所述的方法包括以下步骤：

将所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

算出所述三维差异图象的差异部分的表面体元数和整体体元数的比率，针对所述三维差异图象，以所述比率为基础决定表示体元差异的显示方式，

对决定了所述显示方式的所述三维差异图象，以与所述比率对应的规定的显示方式显示所述差异部分。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述显示方式是颜色显示。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以红色、绿色、蓝色的光三原色为基础的加法混色来进行。

21. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述颜色显示通过以青色、品红色、黄色的补色三原色为基础的减法混色来进行。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述减法混色除青色、品红色、黄色的补色三原色外，还追加黑色。

23. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，将由 CAD 数据构成的三维界面信息体元化，作成所述第 1 三维图象。

24. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，将由计测数据构成的点组信息体元化，作成所述第 2 三维图象。

25. 一种比较第 1 和第 2 三维图象并显示差异的三维图象比较装置，其特征在于，具有：

差异图象生成部，将所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

差异细密图象生成部，针对所述三维差异图象的表面体元，以比所述比较更精细的精度生成所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象的细密图象，

显示方式决定部，对细密图像中的第 1 三维图像和第 2 三维图像之间的不一致的体元计数，并且根据不一致的体元的体元数决定显示方式；

差异显示部，对于所述表面体元，利用所述显示方式显示所述三维差异图象。

26. 一种比较第 1 和第 2 三维图象并显示差异的三维图象比较装置，其特征在于，具有：

差异图象生成部，将所述第 1 三维图象和所述第 2 三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

各面差异决定部，部分地抽取所述三维差异图象的差异部分，从通过所述抽取显现的一致体元的最外周选择基准体元，从所述基准体元的各面开始计数在垂直方向不一致的体元的体元数，以所述计数的数为基础决定对所述基准体元的各表面的显示方式，

以对应的所述显示方式显示所述基准体元的各表面。

27. 一种比较第1和第2三维图象并显示差异的三维图象比较装置，其特征在于，具有：

差异图象生成部，将所述第1三维图象和所述第2三维图象体元化之后进行比较，生成三维差异图象，

差异比率决定部，算出所述三维差异图象的差异部分的表面体元数和整体体元数的比率，针对所述三维差异图象，以所述比率为基础决定表示体元差异的显示方式，

差异比率显示部，对决定了所述显示方式的所述三维差异图象，以与所述比率对应的规定的显示方式显示所述差异部分。

三维图象的比较程序、比较方法及比较装置

技术领域

本发明涉及一种比较三维图象并显示差异的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置，特别涉及高精度地比较三维图象的体元差异的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置。

背景技术

近年来，利用三维图象表现物体的技术在各种领域里得到应用。该三维图象例如有各种制造业的三维 CAD (Computer Aided Design: 计算机辅助设计) 的设计图象，医疗领域中使用三维超声波图像诊断装置形成的患部立体图象图像等。并且，通过使用这些三维图象，例如可以进行以下事项。

- 如果是三维 CAD 的设计图象，则在进行设计评审或产品检查等时，设计担当者和检查担当者可以容易地确认（制造验证）所制造的产品或试制品和设计图象。

- 如果是使用三维超声波图像诊断装置形成的患部立体图象图像，在诊断时医生可以进一步在视觉上确认（把握）患部的异常或身体部位等的变形。

基于这些目的，为了高效且高精度地确认三维图象，需要自动比较三维图象的技术。特别是在制造业中，为了提高产品质量、缩短开发周期，要求进行高精度且快速的计测和比较。将要比较的图象是由利用 CAD 作成的三维自由曲面构成的设计模型、和利用三维形状计测仪器测定根据该模型制造的产品或部件得到的点组信息或根据该点组信息作成的剖面或界面 (surface) 信息。

在以往的三维图象比较中，根据某表面的点到另一个表面上的点的

距离评价其差异。这些点有利用 CT (computed tomography: 计算层析成像) 扫描仪或三维数字化仪器计测得到的点、或按照某种规律将所提供的表面分割得到的点。表面与表面的距离就是从各点到表面的垂线距离。把该距离信息反映到表面的点, 根据其值或与距离成比例的颜色深度或亮度, 实现可视化。因此, 以下参照图 26 进行具体说明。

图 26 是表示物体的三维图象 (CAD 数据: 三维曲面) 和三维点组 (计测数据) 的图。

在图 26 所示情况下, 表示三维图象的表面的方程式、

$$z = y^3 + 3x^2y \quad \dots\dots (1)$$

和某点 (x_0, y_0, z_0) 的距离为 $\{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2\}^{1/2}$ 的最小值。对位于点 (x_0, y_0, z_0) 附近的数量庞大的表面, 全部进行该计算, 以其中的最小值作为点和图象的距离。

关于这样进行的以往的比较方法, 图 27 表示其概念图。

图 27 是三维图象的以往的比较方法的概念图。

以往的比较如图 27 所示, 不能直接比较设计模型的表面数据 Im101 和照片等的表面数据 Im102。因此, 在以往的比较中, 把表面数据 Im102 的表面变换为点组, 生成点组数据 PIm102, 然后进行表面数据 Im101 和点组数据 PIm102 的比较。

但是, 在以往的比较方法中, 如果是表面和点组的高精度比较, 则成为对象的点组数量庞大。并且, 在实际产品的 CAD 模型中, 微小的面多, 必须比较的面数量庞大。即, 在实际产品的 CAD 模型中, 必须计算的点和表面的组合数量庞大。结果, 表现出以下问题。

- 计算时间很长。
- 难以选择最接近某点的表面, 有时提供不正确的值。

并且, 实际制造业要求的计测点数如下表 (1) 所示, 无论用哪种方法比较时, 计测点数均成为瓶颈, 现实中不可能实现。

种类	要求精度	部件尺寸	计测点数
塑料制品	0.01mm	400×400×20mm	100 亿个点 (仅部件表面)
铸造制品	0.1mm	400×400×350mm	500 亿个点 (含部件内部)

其中，在塑料制品中，把计测点数假定为上述部件的表面尺寸（400×400mm）的5倍。

发明内容

本发明就是鉴于上述情况而提出的，其目的在于，提供一种能够高精度且快速进行三维图象比较的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置。

为了达到上述目的，本发明的第一方式提供例如图1所示的三维图象比较程序。本发明的三维图象比较程序适用于比较三维图象并显示差异的场合。并且，本发明的三维图象比较程序使计算机执行以下处理。

比较预先被体元化的第1三维图象和第2三维图象，生成三维差异图象（步骤S1）。并且针对所述三维差异图象的表面，以比所述比较更精细的精度生成所述第1三维图象和所述第2三维图象的三维差异细密图象（步骤S2）。另外，比较所述第1三维图象的三维差异细密图象和所述第2三维图象的三维差异细密图象，决定所述三维差异图象的差异部的显示方式（步骤S3）。然后，把所述三维差异图象作为体元比较结果以所述显示方式进行显示（步骤S4）。

如果使计算机执行这种三维图象比较程序，则通过计算机首先比较预先被体元化的第1三维图象和第2三维图象，生成三维差异图象。并且，针对所述三维差异图象的表面，以比所述比较更精细的精度生成所述第1三维图象和所述第2三维图象的三维差异细密图象。另外，对所述三维差异图象和所述三维差异细密图象，决定表示体元差异的显示方式。然后，把所述三维差异图象作为体元比较结果以所述显示方式进行显示。

另外，为了达到上述目的，本发明的第二方式提供一种三维图象比较程序，其特征在于，使计算机执行以下处理：比较预先被体元化的第1三维图象和第2三维图象，生成三维差异图象，部分地抽取所述三维差异图象的差异部，对一致的表面的体元，从三维形状的各面计数在垂直方向不一致的体元的体元数，以所述计数的数为基础决定表示体元的差

异的显示方式，将决定了所述显示方式的所述三维差异图象以所述显示方式进行显示。

根据这种三维图象比较程序，通过计算机首先比较预先被体元化的第 1 三维图象和第 2 三维图象，生成三维差异图象。并且，部分地抽取所述三维差异图象的差异部，对一致的表面体元，从三维形状的各面计数在垂直方向不一致的体元的体元数。进而，以所述计数的数为基础决定表示体元的差异的显示方式。然后，将决定了所述显示方式的所述三维差异图象以所述显示方式进行显示。

另外，为了达到上述目的，本发明的第三方式提供一种三维图象比较程序，其特征在于，使计算机执行以下处理：比较预先被体元化的第 1 三维图象和第 2 三维图象，生成三维差异图象，算出所述三维差异图象的差异部的表面体元数和整体体元数的比率，针对所述三维差异图象，以所述比率为基础决定表示体元的差异的显示方式，对决定了所述显示方式的所述三维差异图象，以与所述比率对应的规定的显示方式显示所述差异部。

根据这种三维图象比较程序，通过计算机首先比较预先被体元化的第 1 三维图象和第 2 三维图象，生成三维差异图象。然后，算出所述三维差异图象的差异部的表面体元数和整体体元数的比率，针对所述三维差异图象，以所述比率为基础决定表示体元的差异的显示方式。然后，对决定了所述显示方式的所述三维差异图象，以与所述比率对应的规定的显示方式显示所述差异部。

本发明的上述及其他目的、特征和优点，通过表示作为本发明的示例的优选实施方式的附图及以下相关说明将更加明确。

附图说明

图 1 是第 1 实施方式的原理结构图。

图 2 是第 1 实施方式的三维图象的比较方法的概念图。

图 3 是表示可以执行三维图象比较程序的计算机的硬件结构的示例图。

图 4 是表示三维图象比较装置的功能结构的功能方框图。

图 5 是表示三维图象比较程序的比较处理的概要图。

图 6 是表示利用更精细的体元比较进行了比较的三维图象的步骤的图。

图 7 是表示在设定由体元差异数决定颜色的方法中决定相同体元的颜色的图。

图 8 是表示在设定由体元差异数决定颜色的方法中决定差异体元（基准图象）颜色的图。

图 9 是表示在设定由体元差异数决定颜色的方法中决定差异体元（比较对象图象）的颜色的图。

图 10 是表示体元的要素的序号和节点的关系的图。

图 11 是表示三维图象上的节点的一般数据结构的图。

图 12 是表示体元的节点的体元法的数据结构的图。

图 13 是表示三维图象比较处理的整体流程的流程图。

图 14 是表示图 13 的三维图象比较处理的比较信息输入处理的流程图。

图 15 是表示图 13 的三维图象比较处理的体元处理的流程图。

图 16 是表示图 13 的三维图象比较处理的图象定位处理的流程图。

图 17 是表示图 13 的三维图象比较处理的第 1 图象比较处理的流程图。

图 18 是表示第 2 实施方式的三维图象比较程序的比较处理的概要图。

图 19 是表示图 13 的三维图象比较处理的第 2 图象比较处理的流程图。

图 20 是表示第 3 实施方式的三维图象比较程序的比较处理的差异评价（1）的图。

图 21 是表示第 3 实施方式的通过三维图象比较程序的比较处理决定的颜色（浅颜色）的图。

图 22 是表示第 3 实施方式的三维图象比较程序的比较处理的差异评

价(2)的图。

图23是表示第3实施方式的通过三维图象比较程序的比较处理决定的颜色(深颜色)的图。

图24是表示第3实施方式的三维图象比较程序的比较处理的差异评价(3)的图。

图25是表示图13的三维图象比较处理的第3图象比较处理的流程图。

图26是表示物体的三维图象(CAD数据:三维曲面)和三维点组(计测数据)的图。

图27是表示三维图象的以往的比较方法的概念图。

具体实施方式

本发明例如可以适用于对以下三维图象进行几何形状比较的方法。

- 用于制造有形物体的CAD数据
- 计算机游戏等的CG(Computer Graphics:计算机图形)图像
- 计测有形物体(工业产品、自然物、生物及其内脏器官等)的结果

几何学形状的比较是这样进行的:把两个三维图象均利用均匀的立方体或长方体(即体元(Voxel))表现,对各自的每个体元实施布尔运算,评价两个图象是否一致。此处,两个图象以基准点或特征形状为基础进行定位。进而,利用不一致的体元数表示图象的差异。

并且,在比较CAD等三维界面的情况下,在该界面上显示不一致的体元的信息。

关于这种比较方法可以考虑以下三种处理。

- 以体元单位比较三维图象,以规定的显示方式显示三维图象的差异。即,利用点(体元的颜色)表现三维图象的差异。
- 对基准体元的各面,利用规定的显示方式显示从基准体元的各面(x方向、y方向、z方向)起向深度方向的差异体元数。即,利用基准体元的各面(与差异体元数的深度对应的颜色)表现三维图象的差异。
- 以差异部的整体体积和表面积的比率为基础,利用规定的显示方

式显示三维图象的差异。即，利用整个差异部（与比率对应的颜色）表现三维图象的差异。

因此，在以下实施方式中，首先，作为第 1 实施方式，说明可以利用点（体元的颜色）表现三维图象的不同的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置。然后，作为第 2 实施方式，说明可以利用基准体元的各面（与差异体元数的深度对应的颜色）表现三维图象的不同的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置。并且，作为第 3 实施方式，说明可以利用整个差异部（与比率对应的颜色）表现三维图象的不同的三维图象比较程序、三维图象比较方法及三维图象比较装置。

以下，参照附图说明本发明的实施方式。

（第 1 实施方式）

首先，说明第 1 实施方式。第 1 实施方式以体元为单位比较三维图象，利用规定的显示方式显示三维图象的差异。

图 1 是第 1 实施方式的原理结构图。第 1 实施方式的三维图象比较程序使计算机执行三维图象的比较/差异显示。计算机进行的比较/差异显示是按以下步骤进行的。即，通过计算机比较将设计模型体元化的三维图象 B1 和将计测数据体元化的三维图象 B2，并利用规定的显示方式进行显示的步骤。

首先，计算机比较预先被体元化的三维图象 B1 和三维图象 B2，生成三维差异图象 VB1（步骤 S1）。

并且，计算机对三维差异图象 VB1 的表面，以比步骤 S1 的比较更精细的精度生成三维图象 B1 和三维图象 B2 的三维差异细密图象 VB2（步骤 S2）。

然后，计算机比较三维图象 B1 的三维差异细密图象和三维图象 B2 的三维差异细密图象，决定三维差异图象 VB1 的差异部的显示方式（步骤 S3）。另外，所说的该显示方式是以红色、绿色、蓝色的光三原色为基础的加法混色（RGB）。并且，显示方式也可以是以青色、品红色、黄色的补色三原色为基础的减法混色（CMY）。此处，在使用减法混色的情况

下，除了青色、品红色、黄色的补色三原色以外，还可以追加黑色。

并且，计算机把决定了显示方式的三维差异图象 VB1 作为体元比较结果，利用规定的显示方式显示在显示器等上（步骤 S4）。另外，体元比较结果不仅可以显示在显示器等上，也可以在打印机或绘图仪等上进行打印。

这样，在第 1 实施方式中，首先，通过计算机比较预先被体元化的三维图象 B1 和三维图象 B2，生成三维差异图象 VB1。

并且，通过计算机对三维差异图象 VB1 的表面，以比步骤 S1 的比较更精细的精度，生成三维图象 B1 和三维图象 B2 的三维差异细密图象 VB2。

然后，通过计算机比较三维图象 B1 的三维差异细密图象和三维图象 B2 的三维差异细密图象，决定三维差异图象 VB1 的差异部的显示方式。

并且，通过计算机把决定了显示方式的三维差异图象 VB1 作为体元比较结果，利用规定的显示方式显示在显示器上等。

由此，在三维图象的比较中，可以高精度且快速地进行比较处理。

下面，参照图 2 说明第 1 实施方式的三维图象的比较方法的概念。

图 2 是第 1 实施方式的三维图象的比较方法的概念图。

第 1 实施方式的比较方法如图 2 所示，作为设计模型的表面数据 Im11 和其他表面数据 Im12 不能直接进行比较。因此，在第 1 实施方式的比较方法中，把分别包围表面数据 Im11、Im12 的体积变换为体元，在分别生成体元 B11、B12 后，进行体元 B11 和体元 B12 的比较。由此，可以容易地进行两个三维图象的比较。

以下，具体说明本发明的第 1 实施方式。

图 3 是表示可以执行三维图象比较程序的计算机的硬件结构的示例图。计算机 100 通过 CPU（Central Processing Unit：中央处理单元）101 控制着整个装置。CPU101 通过总线 107 连接着 RAM（Random Access Memory：随机存取存储器）102、硬盘驱动器（HDD：Hard Disk Drive）103、图象处理装置 104、输入接口 105、和通信接口 106。

在 RAM102 中临时存储使 CPU101 执行的 OS（Operating System：操作系统）程序和应用程序的至少一部分。并且，在 RAM102 中存储 CPU101

进行处理所需的各种数据。在 HDD103 中存储 OS、三维图象比较程序等应用程序。

图象处理装置 104 连接着监视器 P111。并且，图象处理装置 104 按照来自 CPU101 的指令，使监视器 P111 的画面显示图像。输入接口 105 连接着键盘 P112 和鼠标 P113。并且，输入接口 105 把从键盘 P112、鼠标 P113 发送来的信号通过总线 107 发送给 CPU101。

通信接口 106 连接着网络 110。通信接口 106 通过网络 110 进行与其他计算机之间的数据收发。

通过使上述硬件结构的计算机 100 执行三维图象比较程序，计算机 100 发挥三维图象比较装置的作用。以下，说明计算机通过执行三维图象比较程序而实现的三维图象比较装置的处理功能。

图 4 是表示三维图象比较装置的功能结构的功能方框图。

根据图 4，本发明的三维图象比较装置由以下部分构成：输入比较信息的比较信息输入部 10；根据所输入的三维图象生成体元的体元处理部 20；将被体元化了的三维图象定位的图象定位处理部 30；评价体元的差异并显示的体元差异评价处理部 40；以及将显示的体元叠合的体元叠合处理部 50。此处，比较信息输入部 10 除了自身的功能之外，具有：计测精度输入部 11、计测精度存储部 12、三维界面输入部 13、图象存储部 14、点组处理切换部 15、点组（表面）输入部 16、点组（表面）存储部 17、点组（体积）输入部 18、和点组（体积）存储部 19。并且，体元处理部 20 除了自身的功能之外，具有：体元产生部 21、体元产生部 22、和体元存储部 23。以下，详细叙述这些功能。

比较信息输入部 10 连接着体元处理部 20、三维 CAD 图象 DB11、和三维计测图象 DB12，输入作为比较信息的三维图象的 CAD 数据和计测数据。此处，比较信息输入部 10 接受使用者进行的三维图象的输入指示。并且，比较信息输入部 10 判断所接受的三维图象的图象种类。然后，比较信息输入部 10 判定是否在图象存储部 14、点组（表面）存储部 17 和点组（体积）存储部 19 中存储有三维图象。

计测精度输入部 11 连接着计测精度存储部 12，接受使用者输入的

计测精度。另外，所说的计测精度可以由使用者任意决定，是体元化的三维图象的最小单位。并且，计测精度例如优选使用制造的产品们的要求精度（0.01mm 等）。

计测精度存储部 12 连接着计测精度输入部 11，存储由计测精度输入部 11 接受的计测精度。

三维界面输入部 13 连接着图象存储部 14 和三维 CAD 图象 DB11，如果使用者指示的三维图象的图象种类是三维界面，则从三维 CAD 图象 DB11 接受输入的三维界面。

图象存储部 14 连接着三维界面输入部 13，把由三维界面输入部 13 接受的三维界面存储在内部的存储装置中。

点组处理切换部 15 连接着点组（表面）输入部 16 和点组（体积）输入部 18，进行点组处理的切换。此处，点组处理切换部 15 在使用者指示的三维图象的图象种类是计测表面数据或计测剖面数据的情况下，进行点组（表面）输入部 16 和点组（体积）输入部 18 的切换。

点组（表面）输入部 16 连接着点组处理切换部 15、点组（表面）存储部 17 和三维计测图象 DB12，接受输入的计测表面数据。此处，如果使用者指示的三维图象的图象种类是计测表面数据，则点组（表面）输入部 16 从三维计测图象 DB12 接受输入的计测表面数据。

点组（表面）存储部 17 连接着点组（表面）输入部 16，存储计测表面数据。此处，点组（表面）存储部 17 把由点组（表面）输入部 16 接受的计测表面数据存储在内部的存储装置中。

点组（体积）输入部 18 连接着点组处理切换部 15、点组（体积）存储部 19 和三维计测图象 DB12，接受输入的计测剖面数据。此处，如果使用者指示的三维图象的图象种类是计测剖面数据，则点组（体积）输入部 18 从三维计测图象 DB12 接受输入的计测剖面数据。

点组（体积）存储部 19 连接着点组（体积）输入部 18，存储计测剖面数据。此处，点组（体积）存储部 19 把由点组（体积）输入部 18 接受的计测剖面数据存储在内部的存储装置中。

体元处理部 20 连接着比较信息输入部 10 和图象定位处理部 30，根

据由比较信息输入部 10 输入的三维图象生成利用体元形成的图象。此处，体元处理部 20 选择由比较信息输入部 10 记录的比较信息。并且，体元处理部 20 以由比较信息输入部 10 记录的计测精度为基础，决定体元尺寸。然后，体元处理部 20 接受由比较信息输入部 10 存储的三维图象的图象种类，对下一个处理进行判断。

根据该判断，如果图象种类是三维界面，则体元处理部 20 从比较信息输入部 10 的图象存储部 14 选择/读入三维界面，把该三维界面传送给体元产生部 21。

另外，如果图象种类是计测表面数据，则体元处理部 20 从比较信息输入部 10 的点组（表面）存储部 17 选择/读入计测表面数据，把该计测表面数据传送给体元产生部 22。

另外，如果图象种类是计测剖面数据，则体元处理部 20 从比较信息输入部 10 的点组（体积）存储部 19 选择/读入计测剖面数据，把该计测剖面数据传送给体元产生部 22。

然后，体元处理部 20 判定是否已由体元产生部 21、体元产生部 22 生成体元。

体元产生部 21 以传送来的三维界面为基础，生成利用体元形成的图象。

体元产生部 22 以传送来的计测表面数据为基础，生成利用体元形成的图象。并且，体元产生部 22 以传送来的计测剖面数据为基础，生成利用体元形成的图象。

图象定位处理部 30 连接着体元处理部 20 和体元差异评价处理部 40，定位由体元处理部 20 变换为体元的两个图象。此处，图象定位处理部 30 选择预先附加在两个三维图象上的基准点。另外，所说的这两个三维图象是指作为 CAD 数据的三维界面和作为计测数据的计测表面数据或计测剖面数据。并且，图象定位处理部 30 根据所选择的基准点计算偏移。另外，图象定位处理部 30 以所计算的偏移为基础，移动体元变换后的三维界面。然后，图象定位处理部 30 把移动后的三维界面存储在内部的存储装置中。

体元差异评价处理部 40 连接着图象定位处理部 30 和体元叠合处理部 50, 比较并评价由图象定位处理部 30 定位的两个图象, 利用规定的显示方式显示所评价的两个图象。另外, 所说的规定的显示方式是指例如根据图象的差异变更 RGB 中各颜色的深度进行显示。此处, 体元差异评价处理部 40 选择表面体元。通过该选择, 体元差异评价处理部 40 判断所选择的体元是否是表面体元。并且, 体元差异评价处理部 40 如果通过该判断选择了表面体元, 则以评价精度进行再体元化。即, 根据评价精度, 使表面体元形成为更精细的体元。另外, 评价精度可以由使用者预先决定。另外, 评价精度也可以从计测精度的数倍起分阶段地使之精细化。

并且, 体元差异评价处理部 40 以被变换为体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础, 比较并计数差异体元。另外, 关于该比较处理的详细情况将在后面叙述。

另外, 体元差异评价处理部 40 以所计数的差异体元为基础, 决定作为显示方式的颜色的深度, 进行体元的着色。

并且, 体元差异评价处理部 40 判定体元是否已被着色。即, 体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。

体元叠合处理部 50 连接着体元差异评价处理部 40, 叠合由体元差异评价处理部 40 显示的多个图象。

三维 CAD 图象 DB11 连接着比较信息输入部 10, 存储作为 CAD 数据的三维界面。

三维 CAD 图象 DB12 连接着比较信息输入部 10, 存储作为计测数据的计测表面数据和计测剖面数据。

下面, 参照图 5~图 9 具体说明第 1 实施方式的三维图象比较程序的比较处理。

第 1 实施方式首先利用体元比较三维形状, 由此实现计算时间的减少。例如, 在被三维曲面包围的 CAD 图象的形状中, 利用细微、均匀的立方体(体元)分割图象, 通过使其内部的体元开(on)、外部体元关(off)来表现三维图象。并且, 利用 X 线 CT 扫描仪计测的图象使其 X 线密度高

的体元开，使密度低的体元关。此处，参照图 5 说明体元的比较处理的概要。

图 5 是表示三维图象比较程序的比较处理的概要图。

如图 5 所示，比较处理把两个图象，象三维图象 B21 和三维图象 B22 那样体元化，对其重叠的部分（三维差异图象 VB21）进行布尔运算，从而可以可视化地表现其差异。由此，比较的运算量为以往方法的几分之一。另外，在该布尔运算中，例如，通过使三维图象 B21 的体元和三维图象 B22 的体元作求异运算（XOR），可以挑出不一致的体元。

然后，利用比评价精度粗糙的体元表现将要比较的两个三维图象，之后对每个粗糙体元产生精细体元，用该差异体元数表现两个图象的差异。并且，为了可以可视化地识别差异，在一个图象上叠合该数值。关于该结构，参照图 6 进行说明。

图 6 是表示利用更精细的体元比较所比较的三维图象的步骤的图。

如图 6 所示，首先产生粗糙体元（三维差异图象 VB21）。然后，细密地分割包括表面的体元（三维差异细密图象 VB22），利用该差异体元数评价两个图象的差异。另外，在图 6 的示例中，两个图象的差异为“8”。这表示例如在粗糙体元内，图象 I21、I22 的三维差异细密图象 VB22 的细密体元的差异。

然后，以差异数为基础决定体元的颜色深度。作为结果，能够可视地理解整体差异。例如图 6 所示，在体元 Bx11、Bx12、Bx13 中，已决定出该部分的颜色（例如蓝色的深度），所以可以判断图象 I22 有差异。并且，在体元 Bx16 中，已决定出该部分的颜色（例如红色的深度），所以判明图象 I21 有差异。并且，在体元 Bx14、Bx15 中，未决定出该部分的颜色，所以可以判断为没有差异。

这样，在图 6 的示例中，以相似比为 1/4 的体元再细分体元。即，三维时，最多有 64（ $4 \times 4 \times 4$ ）体元的差异。关于设定根据该差异数决定的颜色的方法，参照图 7～图 9 进行说明。

图 7 是在设定由体元差异数决定的颜色的方法中表示决定相同体元的颜色的图。

根据图 7，在体元相同的情况下，即没有差异的情况下，例如，将设定位置 ST1 的 RGB 三色的亮度均设定为最大值（例如，255, 255, 255）。

图 8 是在设定由体元差异数决定的颜色的方法中表示决定差异体元（基准图象）的颜色的图。

根据图 8，在基准图象的体元相对比较对象图象为凹状的情况下，例如，根据差异体元数，减少设定位置 ST2 的绿色（G）的值。

图 9 是在设定由体元差异数决定的颜色的方法中表示决定差异体元（比较对象图象）的颜色的图。

根据图 9，在比较对象图象的体元相对基准图象为凹状的情况下，例如，根据差异体元数，减少设定位置 ST3 的红色（R）的值。

以上，如图 7~图 9 所示，颜色与各个图象的体元数成比例地决定。

下面，参照图 10~图 12 说明在三维图象比较装置中使用的数据的结构。

图 10 是表示体元的要素的序号和节点的关系图。

根据图 10，从三维图象被变换的体元例如是 8 个体元 Bx1~Bx8。该情况下，体元 Bx1 由节点（articulation point）（1, 2, 5, 4, 10, 11, 14, 13）构成。另外，节点的顺序在上下各面中逆时针计数。并且，在体元的数据结构中，登录有这些各节点的坐标信息。因此，参照图 11 和图 12 说明该坐标信息的详细情况。

图 11 是表示三维图象的节点的一般数据结构的图。另外，该图 11 表示典型的有限元分析中的数据结构。

根据图 11，体元的数据结构 D1 由以下部分构成：表示数据的类别的数据类别区域 D11；表示各数据类别的序列编号的数据编号区域 D12；表示各数据类别的数据位置信息的位置信息区域 D13。

数据类别区域 D11 例如如图 11 所示，由“GRID”、“CHEXA”这两部分构成。此处，“GRID”表示节点，“CHEXA”表示分割三维图象的要素。

在数据编号区域 D12 中，例如如图 11 所示，对数据类别“GRID”赋予了 1~27 的序列编号。该序列编号 1~27 是图 10 中的所述节点序号。并且，在数据编号区域 D12 中，例如如图 11 所示，对数据类别“CHEXA”赋

予了1~8的序列编号。该序列编号1~8是图10中的所述体元的要素序号。

在位置信息区域D13中,例如如图11所示,对数据类别“GRID”的数据序号1设定了“0.000000, 0.000000, 50.00000”节点的坐标信息。这接着各数据序号(相对于“GRID”称为节点ID),利用浮点数表现x、y、z的坐标位置。以后按照图示设定。并且,在位置信息区域D13中,例如如图11所示,对数据类别“CHEXA”的数据序号1设定了“17, 21, 27, 22, 7, 10, 26, 14”的各要素的节点ID。这接着各数据序号(相对于“CHEXA”称为要素ID),定义各要素。以后按照图示设定。

图12是表示有关体元的节点的体元法的数据结构的图。另外,该图12表示利用体元法进行三维表现时的数据结构。

根据图12,体元的数据结构D2对于预先定义各个记录分别设定要素的大小和各要素的节点。另外,要素的大小中,利用浮点数表现x、y、z边的长度。并且,各要素的节点中设定定义各要素的节点。但是,关于前述的要素ID,由于是规则排列所以没必要定义。此处,例如如图12所示,记录(RECORD7)中设定有使用指数表示(浮点数表示)的要素的大小“2.50000000e+001, 2.50000000e+001, 2.50000004e+001”。并且,记录(RECORD9)中设定有各要素的节点“1, 2, 5, 4, 10, 11, 14, 13”~“14, 15, 18, 17, 23, 24, 27, 26”。另外,上述要素的大小中的“e”表示指数函数的底。例如,在上述示例中,“e”表示10,“e+001”表示10的一次幂。

利用如上构成的三维图象比较装置进行三维图象的比较处理。以下,具体说明该三维图象比较处理的动作。

图13是表示三维图象比较处理的整体流程的流程图。该处理是使三维图象比较装置以电源接通、程序的起动、或者预先决定的任意定时为契机开始动作并通过CPU101执行的处理。以下,按照步骤序号说明图13所示处理。另外,关于本流程图中的各功能的名称以图4为基础进行说明。

(步骤S10)比较信息输入部10进行比较信息输入处理,即输入作为比较信息的三维图象的CAD数据和计测数据。另外,关于比较信息输入处理的详细情况将在后面的图14中说明。

(步骤 S20) 体元处理部 20 进行体元处理, 即根据在步骤 S10 输入的三维图象生成使用体元形成的图象。另外, 关于体元处理的详细情况将在后面的图 15 中说明。

(步骤 S30) 图象定位处理部 30 进行图象定位处理, 即定位在步骤 S20 中被变换为体元的两个图象。另外, 关于图象定位处理的详细情况将在后面的图 16 中说明。

(步骤 S40) 体元差异评价处理部 40 进行图象比较处理, 即比较并评价在步骤 S30 中被定位的两个图象。另外, 关于图象比较处理的详细情况将在后面的图 17 中说明。

(步骤 S50) 体元差异评价处理部 40 利用规定的显示方式显示在步骤 S40 中被比较/评价的多个图象。另外, 所说的规定的显示方式, 是指例如根据图象的差异变更 RGB 中的各颜色的深度并显示。

(步骤 S60) 体元叠合处理部 50 叠合在步骤 S50 中显示的多个图象。即, 将比较结果叠合在三维图象上。例如, 作为比较结果的三维差异图象以被体元化的两个图象为基础, 可以仅将通过求异生成的差异部可视化。该情况时, 体元叠合处理部 50 通过将被体元化的两个图象、三维差异图象、或三维差异细密图象叠合, 可以用不同颜色显示原有图象和差异部。

图 14 是表示图 13 的三维图象比较处理中的比较信息输入处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S10 (比较信息输入处理) 时, 按照以下流程进行处理。另外, 该比较信息输入处理由三维图象比较装置的比较信息输入部 10 来进行。

(步骤 S101) 比较信息输入部 10 的计测精度输入部 11 接受由使用者进行的计测精度的输入。

(步骤 S102) 比较信息输入部 10 的计测精度存储部 12 存储在步骤 S101 中接受的计测精度。

(步骤 S103) 比较信息输入部 10 接受由使用者进行的三维图象的输入指示。

(步骤 S104) 比较信息输入部 10 判断在步骤 S103 中接受的三维图

象的图象种类。此处，比较信息输入部 10 在图象种类为三维界面时转入步骤 S105，在图象种类为计测表面数据时转入步骤 S107，或者在图象种类为计测剖面数据时转入步骤 S109。另外，在图象种类为计测表面数据或者计测剖面数据的情况下，由比较信息输入部 10 的点组处理切换部 15 进行点组（表面）输入部 16 和点组（体积）输入部 18 的切换。

（步骤 S105）比较信息输入部 10 的三维界面输入部 13 由于在步骤 S104 中，图象种类是三维界面，所以从三维 CAD 图象 DB11 进行三维界面的输入接受。

（步骤 S106）比较信息输入部 10 的图象存储部 14 把在步骤 S105 接受的三维界面存储在内部的存储装置中。

（步骤 S107）比较信息输入部 10 的点组（表面）输入部 16 由于在步骤 S104 中，图象种类是计测表面数据，所以从三维计测图象 DB12 进行计测表面数据的输入接受。

（步骤 S108）比较信息输入部 10 的点组（表面）存储部 17 把在步骤 S107 接受的计测表面数据存储在内部的存储装置中。

（步骤 S109）比较信息输入部 10 的点组（体积）输入部 18 由于在步骤 S104 中，图象种类是计测剖面数据，所以从三维计测图象 DB12 进行计测剖面数据的输入接受。

（步骤 S110）比较信息输入部 10 的点组（体积）存储部 19 把在步骤 S109 接受的计测剖面数据存储在内部的存储装置中。

（步骤 S111）比较信息输入部 10 判定在步骤 S106、步骤 S108 或步骤 S110 中是否已存储三维图象。此处，比较信息输入部 10 在没有记录三维图象时，返回步骤 S104 并重复进行相同的处理，在记录有三维图象时结束本处理，返回图 13 的步骤 S10。

图 15 是表示图 13 的三维图象比较处理中的体元处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S20（体元处理）时，按照以下流程进行处理。另外，该体元处理由三维图象比较装置的体元处理部 20 进行。

（步骤 S201）体元处理部 20 选择在步骤 S10 中存储的比较信息。

（步骤 S202）体元处理部 20 以在步骤 S10 中存储的计测精度为基

基础，决定体元尺寸。

（步骤 S203）体元处理部 20 接受在步骤 S10 中存储的三维图象的种类。

（步骤 S204）体元处理部 20 判断在步骤 S203 接受的三维图象的图象种类。此处，体元处理部 20 在图象种类为三维界面时转入步骤 S205，在图象种类为计测表面数据时转入步骤 S207，或者在图象种类为计测剖面数据时转入步骤 S209。

（步骤 S205）体元处理部 20 由于在步骤 S204 判断图象种类是三维界面，所以从比较信息输入部 10 的图象存储部 14 选择/读入三维界面，把该三维界面传送给体元产生部 21。

（步骤 S206）体元处理部 20 的体元产生部 21 以在步骤 S205 中传送的三维界面为基础，生成使用体元形成的三维图象。

（步骤 S207）体元处理部 20 由于在步骤 S204 中判断出图象种类是计测表面数据，所以从比较信息输入部 10 的点组（表面）存储部 17 选择/读入计测表面数据，把该计测表面数据传送给体元产生部 22。

（步骤 S208）体元处理部 20 的体元产生部 22 以在步骤 S207 中传送的计测表面数据为基础，生成使用体元形成的三维图象。

（步骤 S209）体元处理部 20 由于在步骤 S204 中判断出图象种类是计测剖面数据，所以从比较信息输入部 10 的点组（体积）存储部 19 选择/读入计测剖面数据，把该计测剖面数据传送给体元产生部 22。

（步骤 S210）体元处理部 20 的体元产生部 22 以在步骤 S209 传送的计测剖面数据为基础，生成使用体元形成的三维图象。

（步骤 S211）体元处理部 20 判定在步骤 S206、步骤 S208 或步骤 S210 是否已生成使用体元形成的三维图象。此处，体元处理部 20 在没有生成体元时，返回步骤 S204 并重复进行相同的处理，在生成体元时结束本处理，返回图 13 的步骤 S20。

图 16 是表示图 13 的三维图象比较处理中的图象定位处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S30（图象定位处理）时，按照以下流程进行处理。另外，该图象定位处理由三维图象比较装置的图象定位处理部 30 进行。

(步骤 S301) 图象定位处理部 30 选择预先附加给两个三维图象的基准点。另外,所说的这两个三维图象是指作为 CAD 数据的三维界面和作为计测数据的计测表面数据或计测剖面数据。

(步骤 S302) 图象定位处理部 30 根据在步骤 S301 中选择的基准点计算偏移。

(步骤 S303) 图象定位处理部 30 以在步骤 S302 中计算的偏移为基础,移动被变换为体元的三维图象。

(步骤 S304) 图象定位处理部 30 把在步骤 S303 中移动了的三维图象存储在内部的存储装置中,结束本处理并返回图 13 的步骤 S30。

下面,说明三维图象比较处理,本发明对应于第 1~第 3 实施方式存在多个三维图象比较处理。因此,此处把第 1 实施方式的三维图象比较处理作为第 1 图象比较处理进行说明。

图 17 是表示图 13 的三维图象比较处理中的第 1 图象比较处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S40 (图象比较处理) 时,按照以下流程进行处理。另外,该第 1 图象比较处理由三维图象比较装置的体元差异评价处理部 40 进行。

(步骤 S411) 体元差异评价处理部 40 选择表面体元。另外,表面体元的选择,例如对被体元化的三维图象,使表面体元的内侧体元为开、使外侧体元关,从而可以容易地判断。

(步骤 S412) 体元差异评价处理部 40 判断在步骤 S411 中选择的体元是否是表面体元。此处,体元差异评价处理部 40 在选择了表面体元时转入步骤 S413,在没有选择表面体元时返回步骤 S411。

(步骤 S413) 体元差异评价处理部 40 由于在步骤 S412 中选择了表面体元,所以以评价精度进行再体元化。即,根据评价精度,对表面体元进行更精细的体元化。

(步骤 S414) 体元差异评价处理部 40 以被变换为体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础,比较差异体元并计数。

(步骤 S415) 体元差异评价处理部 40 以在步骤 S414 中计数的差异体元为基础,决定作为显示方式的颜色的深度,进行体元的着色。

(步骤 S416) 体元差异评价处理部 40 判定在步骤 S415 中体元是否已被着色。即, 体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。此处, 体元差异评价处理部 40 在体元未被着色时返回步骤 S411 并重复进行相同的处理, 在体元已被着色时结束本处理, 并返回图 13 的步骤 S40。

这样, 在第 1 实施方式中, 首先, 通过计算机比较预先被体元化的三维图象 B21 和三维图象 B22, 生成三维差异图象 VB21。

并且, 通过计算机对三维差异图象 VB21 的表面, 以比前次比较更精细的精度生成三维图象 B21 和三维图象 B22 的三维差异细密图象 VB22。

然后, 通过计算机比较三维图象 B21 的三维差异细密图象和三维图象 B22 的三维差异细密图象, 决定三维差异图象 VB21 的差异部的显示方式。在进行该决定时, 确定与体元的差异数对应的颜色。

并且, 通过计算机把决定了显示方式的三维差异图象 VB21 作为体元比较结果, 以规定的显示方式显示在显示器等上。

这样, 在三维图象的比较中, 可以高精度且快速地进行比较处理。并且, 通过把三维形状的体元作为图象的比较对象, 无需比较数量庞大的点组, 就可以实现存储器资源的高效化和运算次数的减少。另外, 通过在进行三维图象的比较时仅作表面比较, 可以大幅度减少运算次数。

另外, 在上述说明中, 进行了对三维图象的表面体元(粗糙体元)生成三维差异细密图象并比较的说明, 也可以仅对三维图象的表面体元中有差异的粗糙体元, 生成三维差异细密图象并比较。

(第 2 实施方式)

下面, 说明第 2 实施方式。第 2 实施方式的比较处理形式与第 1 实施方式不同。即, 第 2 实施方式以体元为单位比较三维图象, 并且对三维图象的差异, 以与距基准体元各面的差异体元数的深度对应的规定的显示方式, 显示基准体元的各面。

因此, 参照图 18 和图 19 具体说明第 2 实施方式的三维图象比较程序的比较处理。

图 18 是表示第 2 实施方式的三维图象比较程序的比较处理的概要

图。第2实施方式的比较处理使用由第1实施方式作成的体元，在三维图象的体元的各面利用颜色显示差异。该颜色如下所述，由各面在垂直方向（深度方向）的体元数决定。

参照图18进行说明，首先，使用在第1实施方式中作成的体元，比较三维图象（步骤S1b）。部分地抽取该所比较的三维差异图象VB21的不一致部分（步骤S2b）。然后，对某个一致的表面体元（基准体元BB1），从三维形状的各面（zy面、zx面、yx面）计数在垂直方向不一致的体元的体元数（差异体元数的深度），决定显示方式（步骤S3b）。即，如果以在A-A向视剖面表示的yz面和zx面为例，则评价为在yz面有3个体元的差异，在zx面有2个体元的差异。进而，利用与该计数对应的规定的显示方式，显示一致的表面体元（基准体元）的各面（步骤S4b）。另外，该显示方式可以使用和前述相同的颜色（RGB或CMY）。

这样，在本发明中，通过计算机，首先使用在第1实施方式中作成的体元比较三维图象。并且，部分地抽取比较的三维差异图象VB21的不一致部分。

然后，通过计算机对某个一致的表面体元（基准体元BB1），从三维形状的各面（zy面、zx面、yx面）计数垂直方向的不一致体元的体元数（差异体元数的深度），决定显示方式。

并且，通过计算机以与该计数对应的规定的显示方式为基础，显示一致的表面的体元（基准体元）的各面。

上述的概要功能只有图4的功能方框图中的体元差异评价处理部40的功能不同。因此，在第2实施方式中，仅说明体元差异评价处理部40的新功能（包括重复）。

另外，在概要说明中，把与不一致部分（差异部）邻接并且一致的表面的体元作为基准体元进行了说明，但在以下说明中，选择与差异部邻接并且一致的表面体元进行范围确定，把以评价精度对该范围进行了再体元化时的体元作为基准体元。

体元差异评价处理部40的新功能是进行图象比较处理，即比较在图象定位处理部30中被定位的两个图象，利用规定的显示方式显示所比较

的两个图象。另外，所说的规定的显示方式，是指例如根据图象的差异变更 RGB 中的各颜色的深度并显示。此处，体元差异评价处理部 40 选择表面体元。通过该选择，体元差异评价处理部 40 判断所选择的体元是否是表面体元。然后，体元差异评价处理部 40 在通过该判断选择了表面体元时，确定再体元化的范围。即，把图象不一致的部分确定为详细调查的范围。

并且，体元差异评价处理部 40 在所确定的范围以评价精度进行再体元化。即，根据评价精度将被确定范围的表面体元进行更精细的体元化。并且，体元差异评价处理部 40 以被变换为细密体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础，计数差异体元。即，对一致的表面的细密体元（基准体元），从基准体元的三维形状的各面（zy 面、zx 面、yx 面）计数不一致体元的体元数（差异体元数的深度）。

另外，体元差异评价处理部 40 以所计数的差异体元为基础，决定作为显示方式的颜色的深度，进行体元的着色。即，体元差异评价处理部 40 对一致的表面的细密体元（基准体元），决定基准体元的各面的各自显示方式（颜色）。

并且，体元差异评价处理部 40 判定体元是否已被着色。即，体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。

下面，参照图 19 具体说明第 2 实施方式的三维图象比较程序的比较处理。另外，如前面所述，对应于第 1~第 3 实施方式有多个本发明的三维图象比较处理。因此，此处把第 2 实施方式的三维图象比较处理作为第 2 图象比较处理进行说明。

图 19 是表示图 13 的三维图象比较处理的第 2 图象比较处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S40（图象比较处理）时，按照以下流程进行处理。另外，该第 2 图象比较处理由三维图象比较装置的体元差异评价处理部 40 进行。并且，在概要说明中，把与不一致部分（差异部）邻接并且一致的表面的体元作为基准体元进行了说明，但在以下说明中，选择与差异部邻接并且一致的表面体元进行范围确定，把以评价精度对该范围进行了再体元化时的体元作为基准体元。

(步骤 S421) 体元差异评价处理部 40 选择表面体元。另外，表面体元的选择通过例如对被体元化的三维图象，使表面体元的内侧体元开、使外侧体元关，可以容易地进行判断。

(步骤 S422) 体元差异评价处理部 40 判断在步骤 S421 中选择的体元是否是表面体元。此处，体元差异评价处理部 40 在选择了表面体元时转入步骤 S423，在没有选择表面体元时返回步骤 S421。

(步骤 S423) 体元差异评价处理部 40 由于在步骤 S422 中选择了表面体元，所以确定再体元化的范围。即，把图象不一致的部分确定为详细调查的范围。

(步骤 S424) 体元差异评价处理部 40 对在步骤 S423 中确定的范围以评价精度进行再体元化。即，根据评价精度将被确定范围的表面体元进行更精细的体元化。

(步骤 S425) 体元差异评价处理部 40 再次以被变换为体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础，计数差异体元。即，对一致的表面的体元（基准体元），从基准体元的三维形状的各面（zy 面、zx 面、yx 面）计数不一致体元的体元数（差异体元数的深度）。

(步骤 S426) 体元差异评价处理部 40 以在步骤 S425 中计数的差异体元为基础，决定作为显示方式的颜色的深度，进行体元的着色。即，体元差异评价处理部 40 对一致的表面的体元（基准体元），决定体元各面的各自显示方式（颜色）。

(步骤 S427) 体元差异评价处理部 40 判定在步骤 S426 中是否已将体元着色。即，体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。此处，体元差异评价处理部 40 在体元未被着色时返回步骤 S421 并重复进行相同的处理，在体元已被着色时结束本处理，并返回图 13 的步骤 S40。

这样，第 2 实施方式的比较处理为了减少用于比较的计算机资源（存储量、盘区域、计算时间），取代包括深度方向的体元，利用三维形状的各面的颜色显示差异。由此，计算资源只需原来的几分之一。另外，表现差异的颜色由与深度方向的体元数成比例的深度值决定。另外，该深

度值以整体深度的最大值为基准进行了均等化。

另外，在上述说明中，进行了以与不一致部分（差异部）邻接并且一致的表面的体元作为基准体元的说明，以及选择与差异部邻接并且一致的表面体元进行范围确定，对把以评价精度对该范围进行了再体元化时的体元作为基准体元进行了说明，但是也可以简单地把一致的表面体元作为基准体元。

（第3实施方式）

下面，说明第3实施方式。第3实施方式的比较处理形式与第1实施方式不同。即，第3实施方式以体元单位比较三维图象，并且以与三维图象的差异部整体的表面体元数和其体积的比率对应的规定的显示方式显示体元。

因此，参照图20～图25具体说明第3实施方式的三维图象比较程序的比较处理。

图20是表示第3实施方式的三维图象比较程序的比较处理的差异评价（1）的图。在第1实施方式中生成的体元的差异部仅是两个图象不同的部分。该不同部分（岛）由一个或多个体元构成。而第3实施方式的比较处理把这些岛的表面体元数和该岛的体元总数之比作为颜色来显示。该颜色是如下决定的。另外，在以下说明中，简单地把该岛表述为差异部。

参照图20进行说明，在第3实施方式的比较处理中，使用在第1实施方式中生成的体元，比较作为三维图象的图象A和图象B。此处，差异部的形状表述如下。

- 体积：12体元
- Y方向的表面积：25体元面

结果，表面体元数/体元总数的比为 $25/12$ ，表示相对某差异部的体元差异较浅。并且，每一定体积的表面积利用图21所示的颜色设定。

图21是表示第3实施方式中通过三维图象比较程序的比较处理决定的颜色（浅颜色）的图。

根据图21，以RGB为例说明表示差异部的颜色。在该示例中，通过

改变蓝色 (B) 的颜色, 表现差异部整体的体元差异。图 21 的示例为了表示相对某表面的体元差异较浅, 例如, 设定位置 ST11 的 RGB 设定被设定为 255 (R)、255 (G)、223 (B)。该 223 (B) 表示浅颜色, 表示某差异部整体的体元差异较浅。这例如是 96 (B) 时, 某差异部整体的体元差异可以表示为深色。以下, 图 22 表示的是该体元差异较深时的体元差异评价。

图 22 是表示第 3 实施方式的三维图象比较程序的比较处理的差异评价 (2) 的图。另外, 图 22 说明相对于图 20 体元差异较深的情况。

参照图 22 进行说明, 在第 3 实施方式的比较处理中, 使用在第 1 实施方式中生成的体元, 比较作为三维图象的图象 A 和图象 B。此处, 差异部的形状表述如下。

- 体积: 43 体元
- Y 方向的表面积: 32 体元面

结果, 表面体元数/体元总数的比为 $32/43$, 表示相对某差异部的体元差异较深。并且, 每一定体积的表面积利用图 23 所示的颜色设定。

图 23 是表示第 3 实施方式中通过三维图象比较程序的比较处理决定的颜色 (深颜色) 的图。

根据图 23, 以 RGB 为例说明表示差异部的颜色。在该示例中, 通过改变蓝 (B) 的颜色, 表现差异部整体的体元差异。图 23 的示例为了表示相对某表面的体元差异较深, 例如, 设定位置 ST12 的 RGB 设定被设定为 255 (R)、255 (G)、96 (B)。该 96 (B) 表示深颜色, 表示某差异部整体的体元差异较深。

并且, 利用精细的体元对产生差异的部分再次评价差异, 对连续产生差异的部位进行相同着色。此时, 把设定颜色的部分, 存储为将要比较的三维界面的部分界面。图 24 表示该差异评价的示例。

图 24 是表示第 3 实施方式中的三维图象比较程序的比较处理的差异评价 (3) 的图。此处, 图 24 的分离 (粗线) 线表示在原有差异体元中利用精细体元比较的差异体元的分离位置。另外, 图 24 表示相对于图 20 对体元差异进行更精细的差异评价的情况。并且, 关于差异评价的方法

说明，对更精细的体元进行和图 20 及图 22 相同的处理，所以省略。

上述的概要功能只有图 4 的功能方框图中的体元差异评价处理部 40 的功能不同。因此，在第 3 实施方式中，仅说明体元差异评价处理部 40 的新功能（包括重复）。另外，在以下说明中，选择与不一致部分（差异部）邻接并且一致的表面体元进行范围确定，把以评价精度进行了再体元化时的体元作为基准体元。当然，在第 3 实施方式中，也可以把与不一致部分（差异部）邻接并且一致的表面体元作为基准体元。并且，也可以简单地把一致的表面体元作为基准体元。

体元差异评价处理部 40 的新功能是：比较并评价由图象定位处理部 30 定位的两个图象，利用规定的显示方式显示所比较的两个图象。另外，所说的规定的显示方式是指例如根据图象的差异变更 RGB 中的各颜色的深度并显示。此处，体元差异评价处理部 40 选择表面体元。通过该选择，体元差异评价处理部 40 判断所选择的体元是否是表面体元。并且，体元差异评价处理部 40 由于选择了表面体元，确定进行再体元化的范围。即，把图象不一致的部分确定为详细调查的范围。

并且，体元差异评价处理部 40 对所确定的范围以评价精度进行再体元化。即，根据评价精度将被确定范围的表面体元进行更精细的体元化。并且，体元差异评价处理部 40 以被变换为体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础，计数差异体元。即，求出三维差异图象的差异部整体中的表面体元数和体元总数的比率。

另外，体元差异评价处理部 40 以所求出的差异体元的比率为基础，决定作为显示方式的颜色的深度，进行体元的着色。即，体元差异评价处理部 40 决定由不一致体元构成的差异部整体的显示方式（颜色）。

并且，体元差异评价处理部 40 判定体元是否已被着色。即，体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。

下面，参照图 25 具体说明第 3 实施方式的三维图象比较程序的比较处理。另外，如前面所述，对应于第 1~第 3 实施方式有多个本发明的三维图象比较处理。因此，此处把第 3 实施方式中的三维图象比较处理作为第 3 图象比较处理进行说明。

图 25 是表示图 13 的三维图象比较处理中的第 3 图象比较处理的流程图。在执行图 13 的步骤 S40（图象比较处理）时，按照以下流程进行处理。另外，该第 3 图象比较处理由三维图象比较装置的体元差异评价处理部 40 进行。

（步骤 S431）体元差异评价处理部 40 选择表面体元。另外，表面体元的选择例如通过对被体元化的三维图象使表面体元的内侧体元开、外侧体元关，可以容易地进行判断。

（步骤 S432）体元差异评价处理部 40 判断在步骤 S431 中选择的体元是否是表面体元。此处，体元差异评价处理部 40 在选择了表面体元时转入步骤 S433，在没有选择表面体元时返回步骤 S431。

（步骤 S433）体元差异评价处理部 40 由于在步骤 S432 中选择了表面体元，所以进行再体元化的范围确定。即，把图象不一致的部分确定为详细调查的范围。

（步骤 S434）体元差异评价处理部 40 对在步骤 S433 中确定的范围以评价精度进行再体元化。即，根据评价精度，将被确定范围的表面体元进行更精细的体元化。

（步骤 S435）体元差异评价处理部 40 以被变换为体元的三维界面和计测表面/剖面数据为基础，计数差异体元。即，求出三维差异图象的差异部整体中的表面体元数和体元总数的比率。

（步骤 S436）体元差异评价处理部 40 以在步骤 S435 中求出的差异体元的比率为基础，决定作为显示方式的颜色的深度，进行体元的着色。即，体元差异评价处理部 40 决定由不一致体元构成的差异部整体的显示方式（颜色）。

（步骤 S437）体元差异评价处理部 40 判定在步骤 S436 中是否已对体元进行了着色。即，体元差异评价处理部 40 判定被体元化的三维图象是否已被比较。此处，体元差异评价处理部 40 在体元未被着色时返回步骤 S431 并反复相同的处理，在体元已被着色时结束本处理，并返回图 13 的步骤 S40。

这样，第 3 实施方式中的比较处理为了减少用于比较的计算机资源

(存储量、盘区域、计算时间), 替代包括深度方向的体元, 利用差异部整体的颜色显示差异。由此, 计算资源只需原来的几分之一。另外, 表面体元数/体元总数之比最大为 2、最小为 0 (准确讲是近似 0 的微小值)。因此, 颜色的深度被设定成把 2 作为最浅的颜色, 把 0 作为最深的颜色。并且, 差异部的大小可以理解为三维显示时的差异部整体的大小。

(第 1 实施方式的计算资源的评价结果示例)

最后, 说明第 1 实施方式的计算资源的评价结果示例。

此处, 第 1 实施方式的效果有以下 3 点。

- 与以往的方式相比, 所需要的计算量绝对减少, 获得结果的时间短。
- 可以利用现有的计算机资源 (存储器、盘量) 实现精细的比较。
- 具有比较运算高效化的优点。

例如, 关于计算资源评价如下。

首先, 如果对现有技术的表 (1) 中的计测点数, 使用公式 (1) 所示的三维界面的方程式计算最短距离, 则计算量如下。

- 界面上的最近节点的获取……………数百个浮点运算
- 从该最近节点到该计测点的距离的计算……………数十个浮点运算
- 认为接近的界面的数量……………1~数十浮点运算

因此, 该计算为了求出一个最短距离需要计算数万个浮点运算。对 100 亿个点重复该计算。结果, 该计算所花费的时间如果可以利用 1GHz 的 CPU 同时进行 2 个浮点运算, 将达到约 30 小时。

另一方面, 本发明的实施方式的方法, 对于包括多个界面的体积, 把整个空间分割成计测精度的体元, 对每个体元仅实施逻辑运算, 所以计算是 500 亿浮点运算。因此, 用相同计算机, 计算所需时间为 25 秒。由此, 本发明的第 1 实施方式的方法与以往的方法相比, 可以大幅度缩短计算机的处理时间。并且, 本发明的第 1 实施方式的方法把整个空间分割成计测精度的体元, 所以能够利用和以往方法相同的精度进行比较计算。

以上说明的处理通过写成计算机程序并由计算机执行, 可以实现本发明的功能。并且, 在通过计算机执行时, 把计算机程序预先存储在计

计算机内的硬盘等中，加载到主存储器中执行。另外，计算机程序可以预先记录在计算机可读的记录介质上。作为计算机可读的记录介质，有磁记录介质、光盘、光磁记录介质、半导体存储器等。磁记录介质有硬盘、软盘(FD)、ZIP(Zip: 磁盘的一种)、磁带等。光盘有DVD(Digital Versatile Disc: 数字通用盘)、DVD-RAM(DVD Random Access Memory: 随机存取存储器)、Cd-ROM(Compact Disc Read Only Memory: CD 只读存储器)、CD-R(CD Recordable: 可读CD)、CD-RW(CD-Rewritable: K 可写CD)等。光磁记录介质有MO(Magneto Optical Disk: 磁光盘)等。半导体存储器有闪存(Flash Memory)等。

并且，在使计算机程序流通的情况下，例如，可以销售记录有各种计算机程序的DVD、CD-ROM等可移动型记录介质。并且，可以把计算机程序存储在服务器的存储装置上，通过网络从服务器向客户发送计算机程序。

如上所述，在本发明的第1方式中，比较被体元化的两个三维图象，以更加精细的精度生成该比较的表面并进行比较，以该比较结果为基础决定显示方式，利用该显示方式进行显示，所以能够高精度且快速地进行三维图象的比较。

并且，在本发明的第2方式中，以比较三维图象的比较结果为基础，对基准体元的各面，决定与从基准体元各面向垂直方向的差异体元数对应的显示方式，利用该显示方式进行显示，所以能够高精度且快速地进行三维图象的比较。

并且，在本发明的第3方式中，以比较三维图象的比较结果为基础，决定与将三维图象的差异部整体的表面积除以体积所得的比率对应的显示方式，利用该显示方式进行显示，所以能够高精度且快速地进行三维图象的比较。

以上简单地说明了本发明的原理。另外，本行业人员可以进行多种变形、变更，本发明不限于如上所示说明的正确结构和应用示例，对应的所有变形示例及其等同物被视为处于附带的权利要求项及其等同物形成的本发明的范围之内。

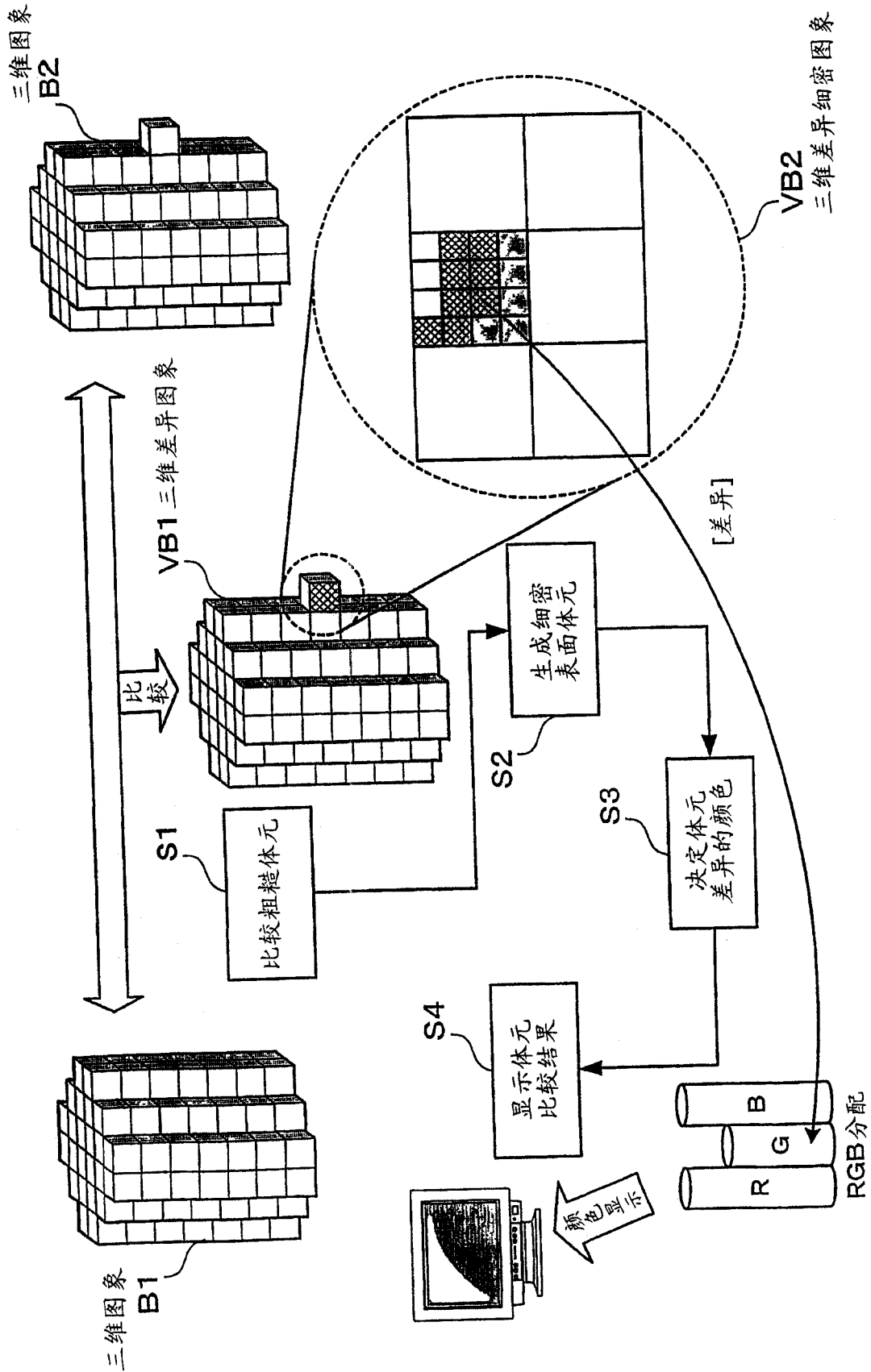


图 1

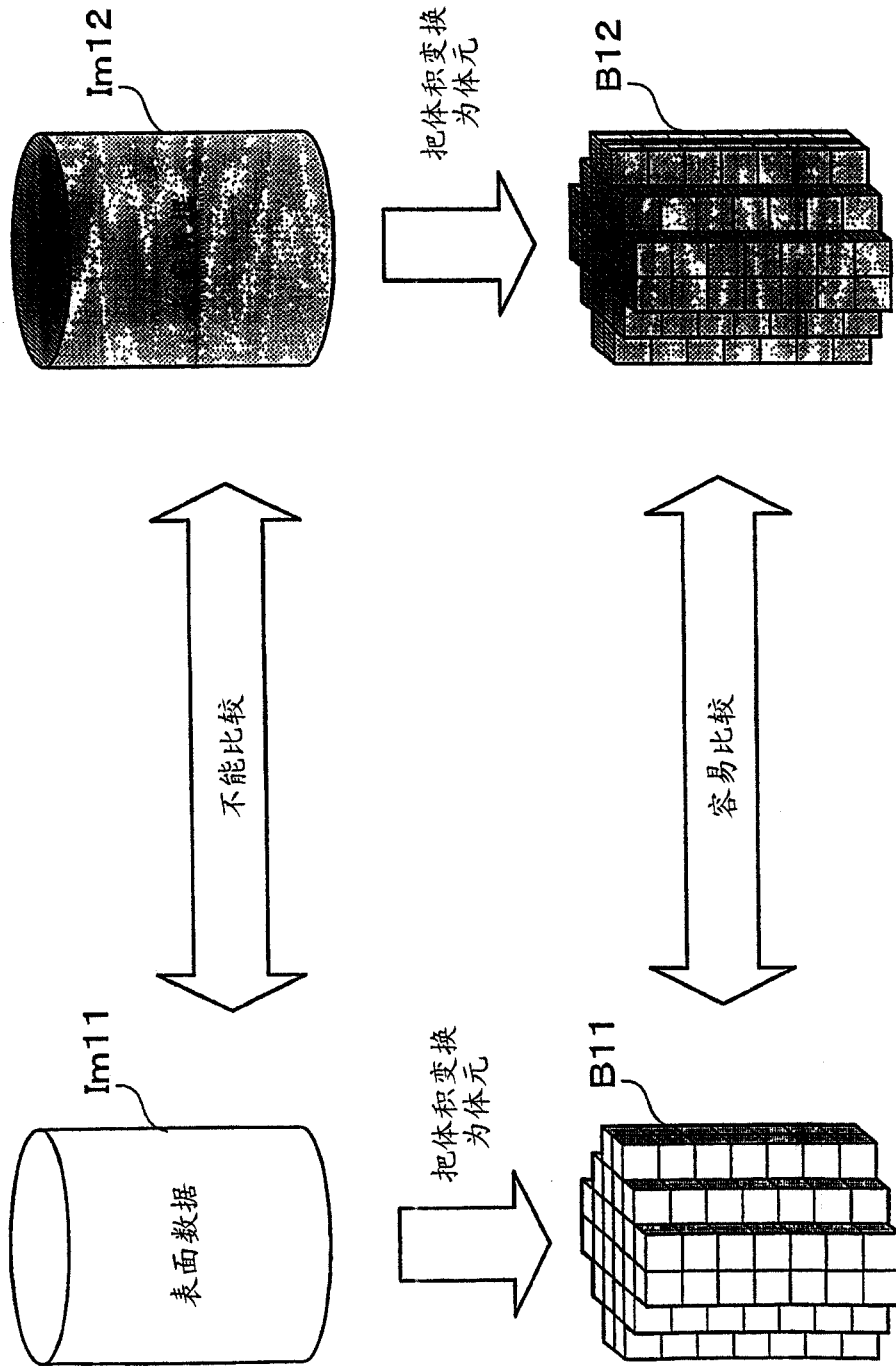


图 2

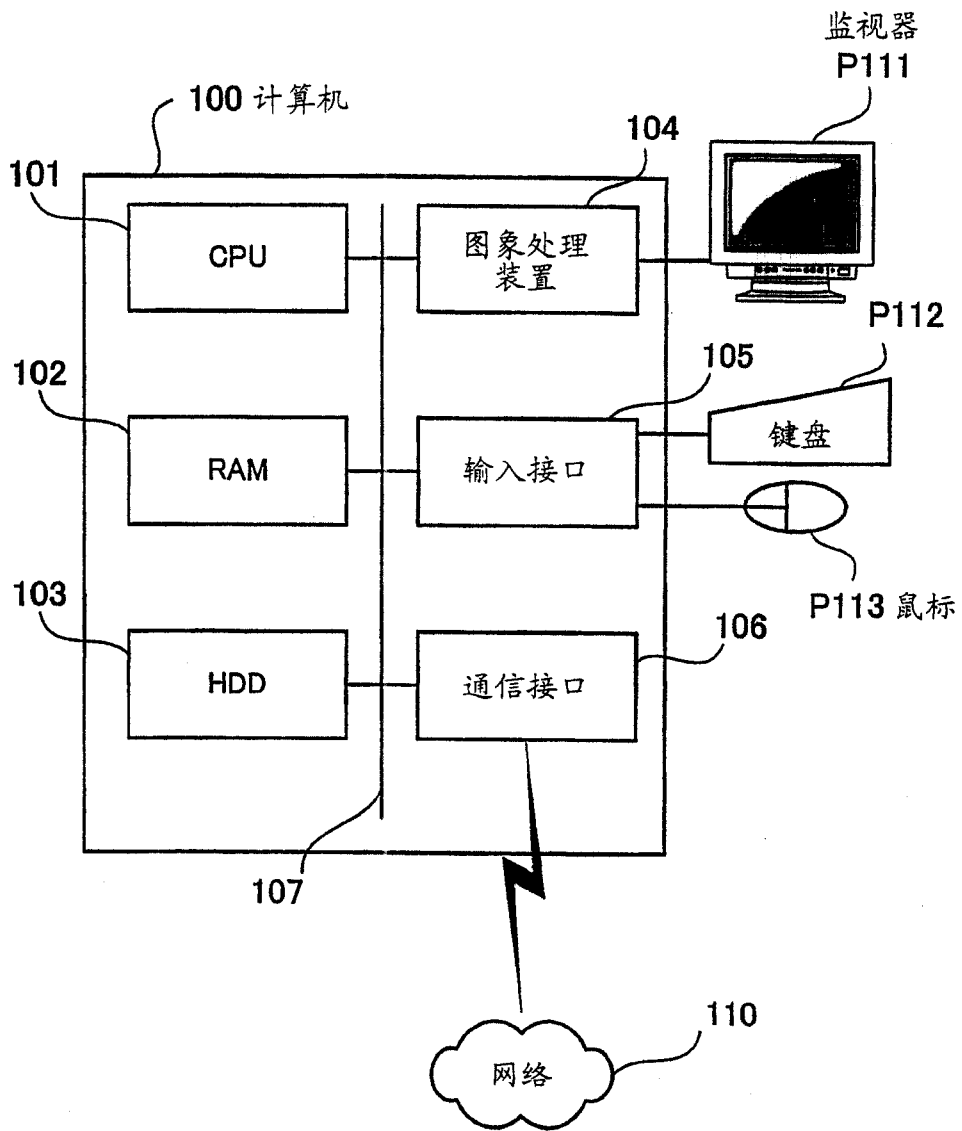


图 3

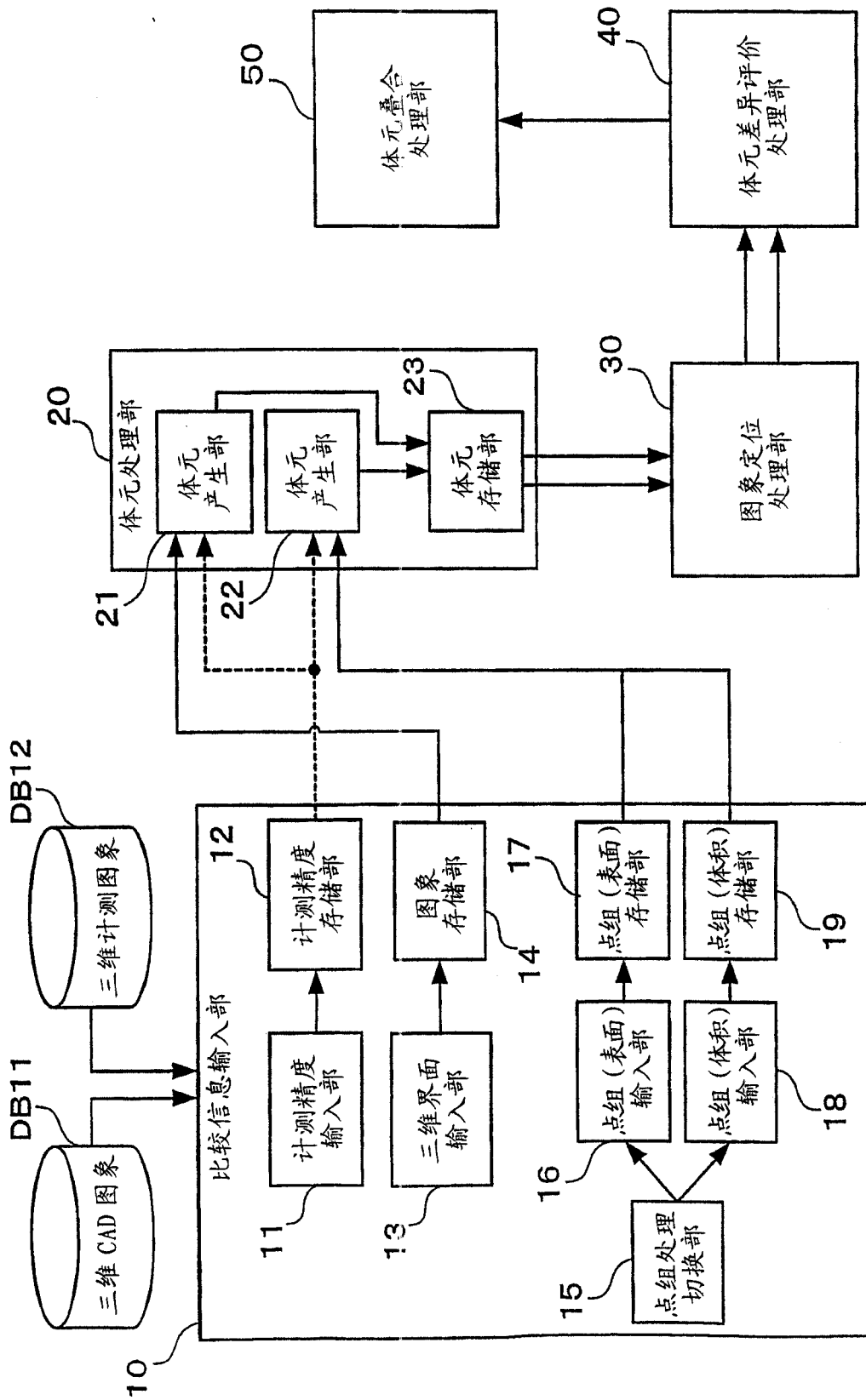


图4

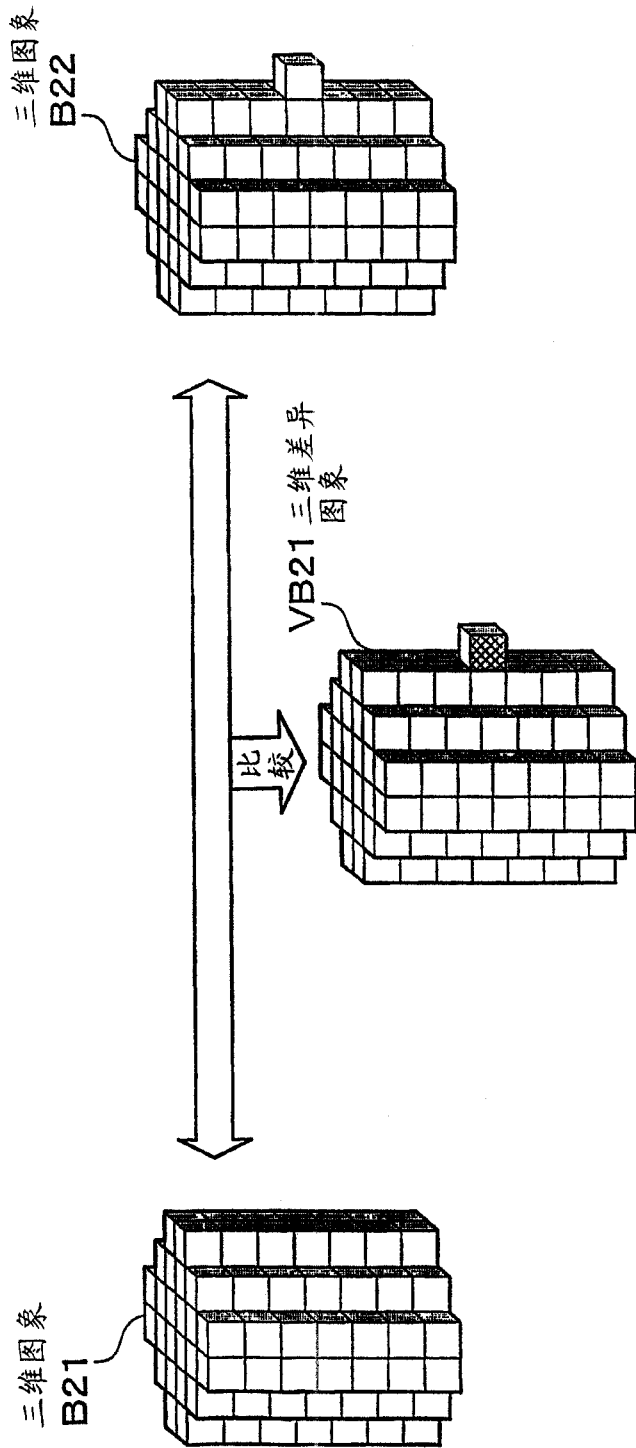


图 5

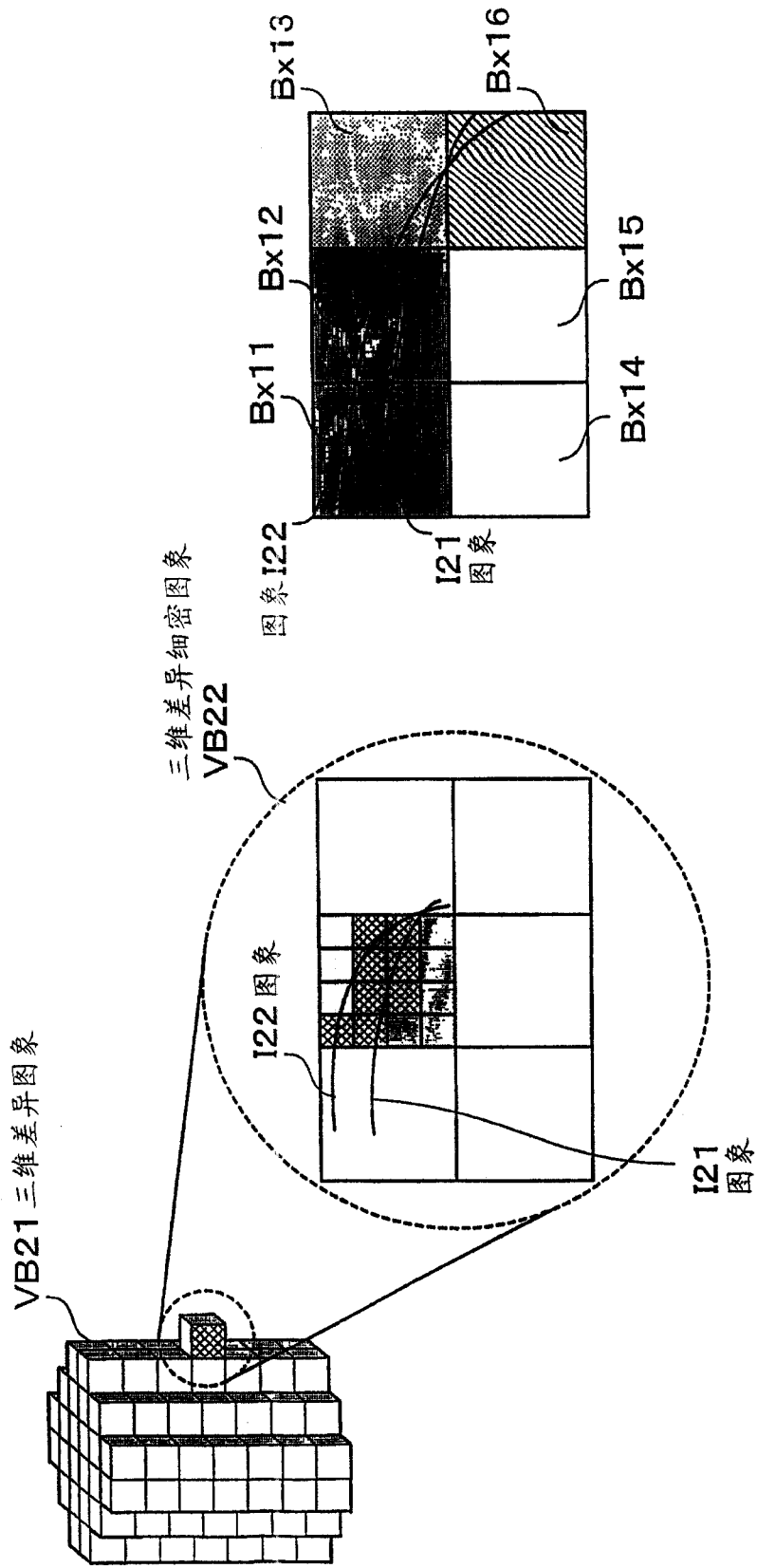


图 6

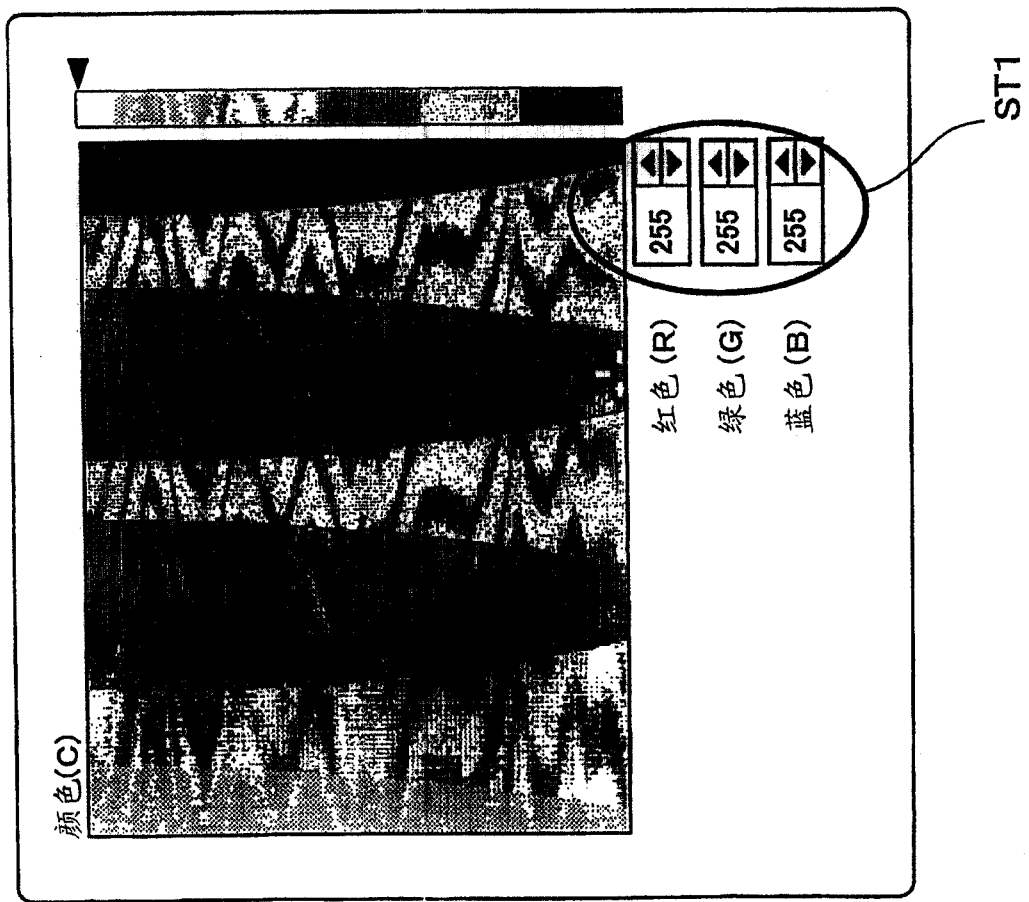


图 7

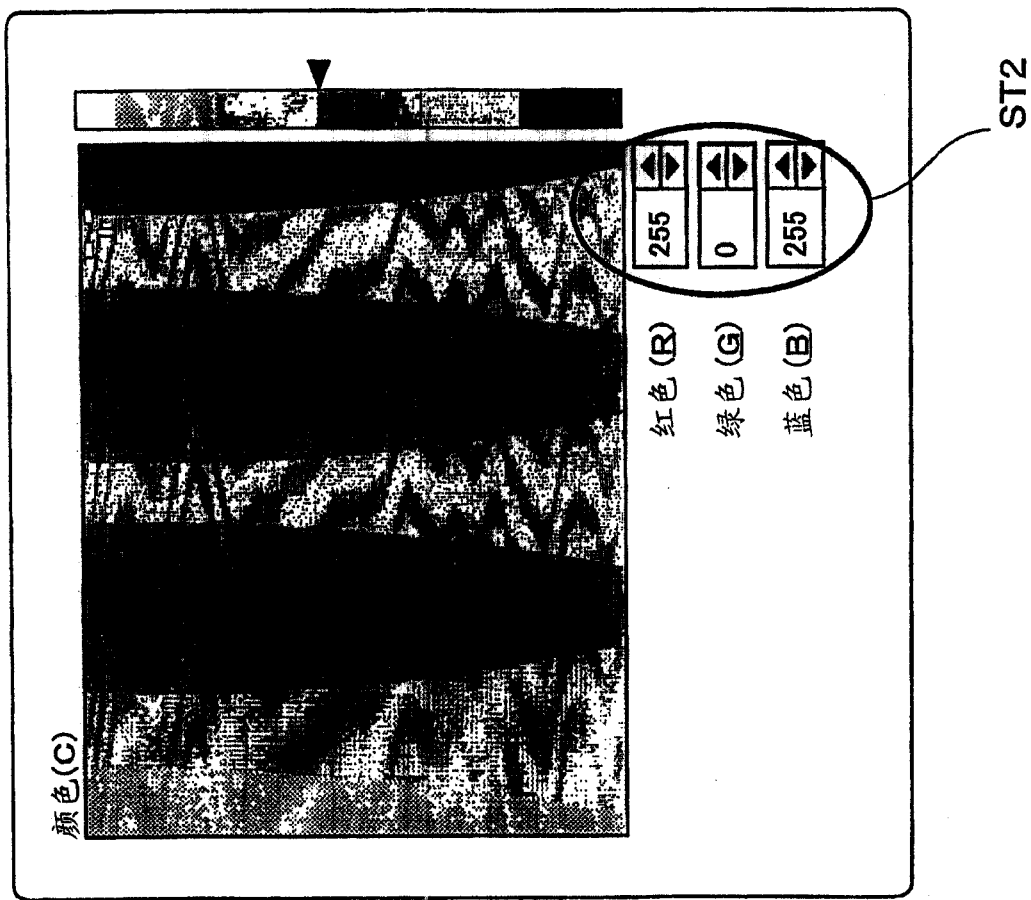


图 8

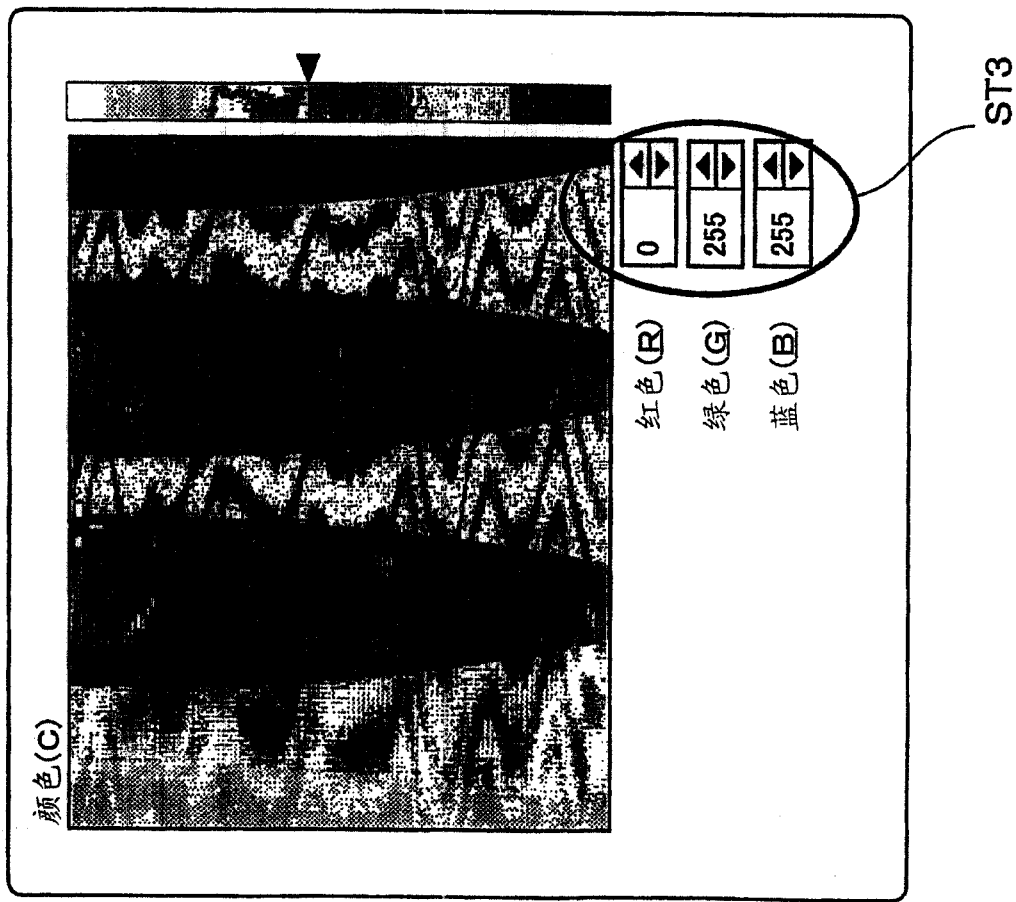


图 9

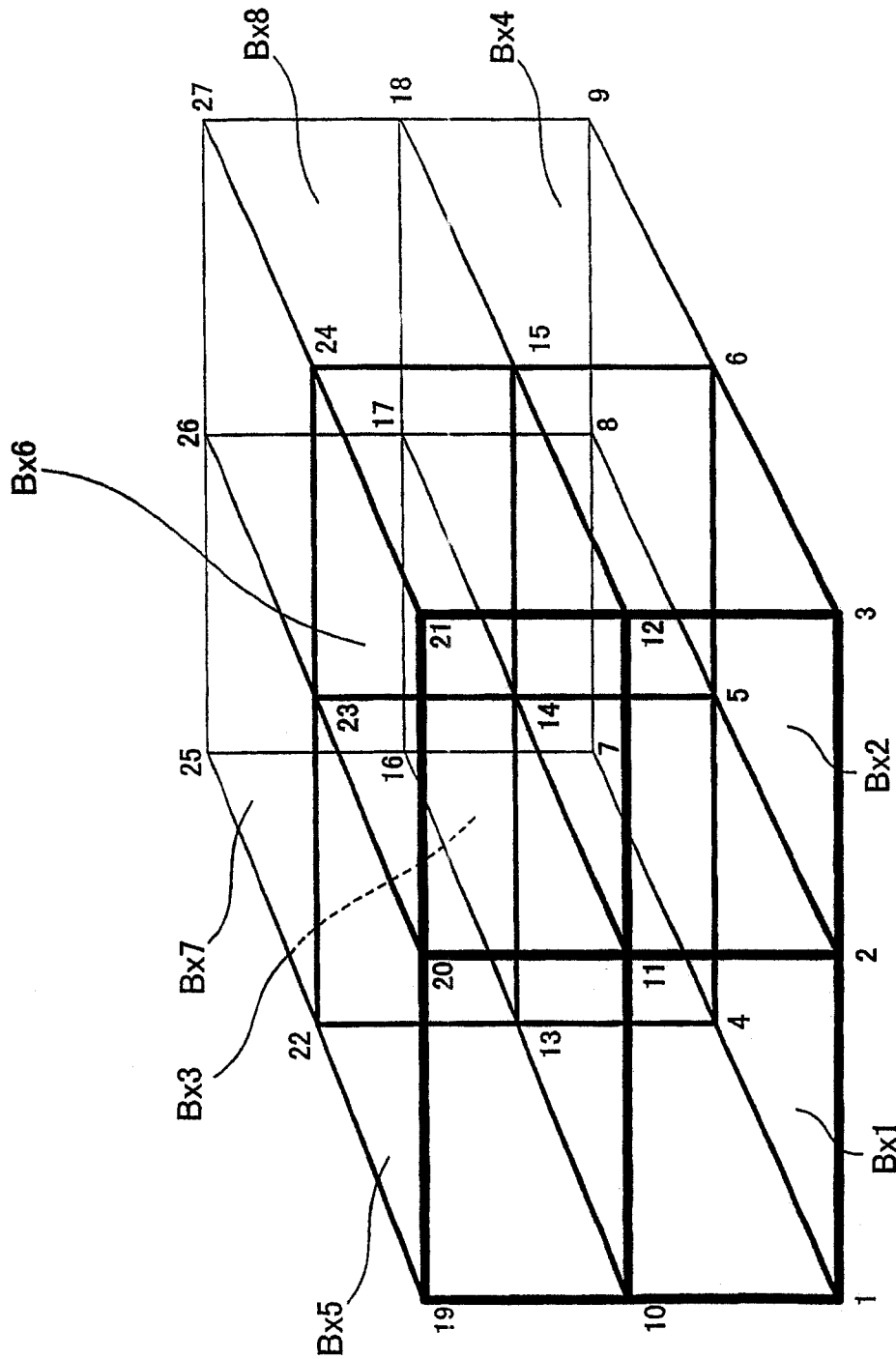


图 10

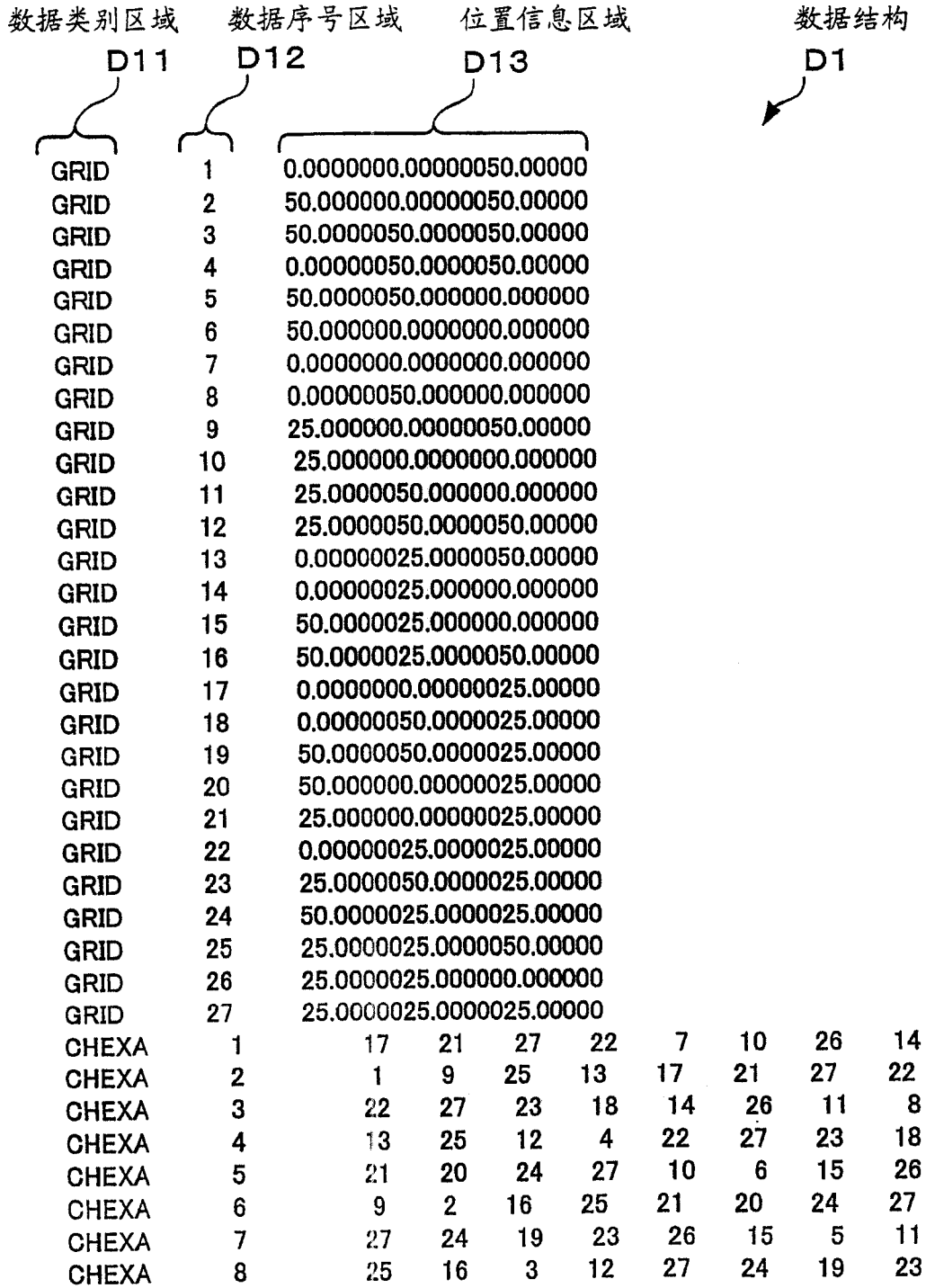


图 11

数据结构
D2

*** RECORD7 ***
2.50000000e+001 2.50000000e+001 2.50000004e+001

∫

*** RECORD9 ***
1 2 5 4 10 11 14 13
2 3 6 5 11 12 15 14
4 5 8 7 13 14 17 16
5 6 9 8 14 15 18 17
10 11 14 13 19 20 23 22
11 12 15 14 20 21 24 23
13 14 17 16 22 23 26 25
14 15 18 17 23 24 27 26

图 12

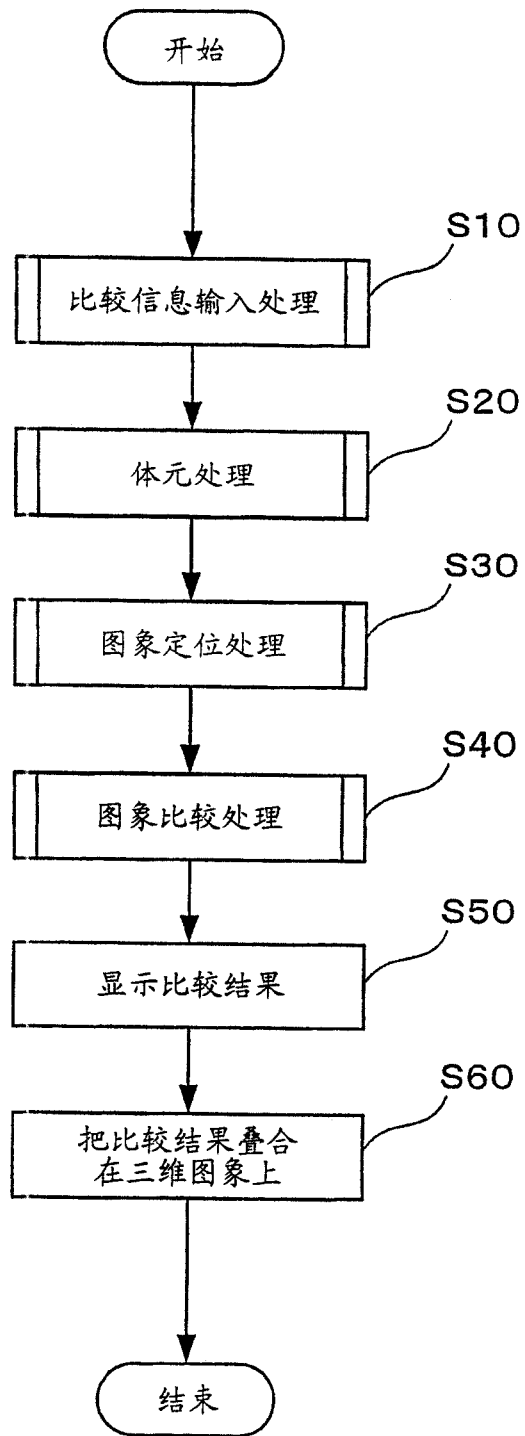


图 13

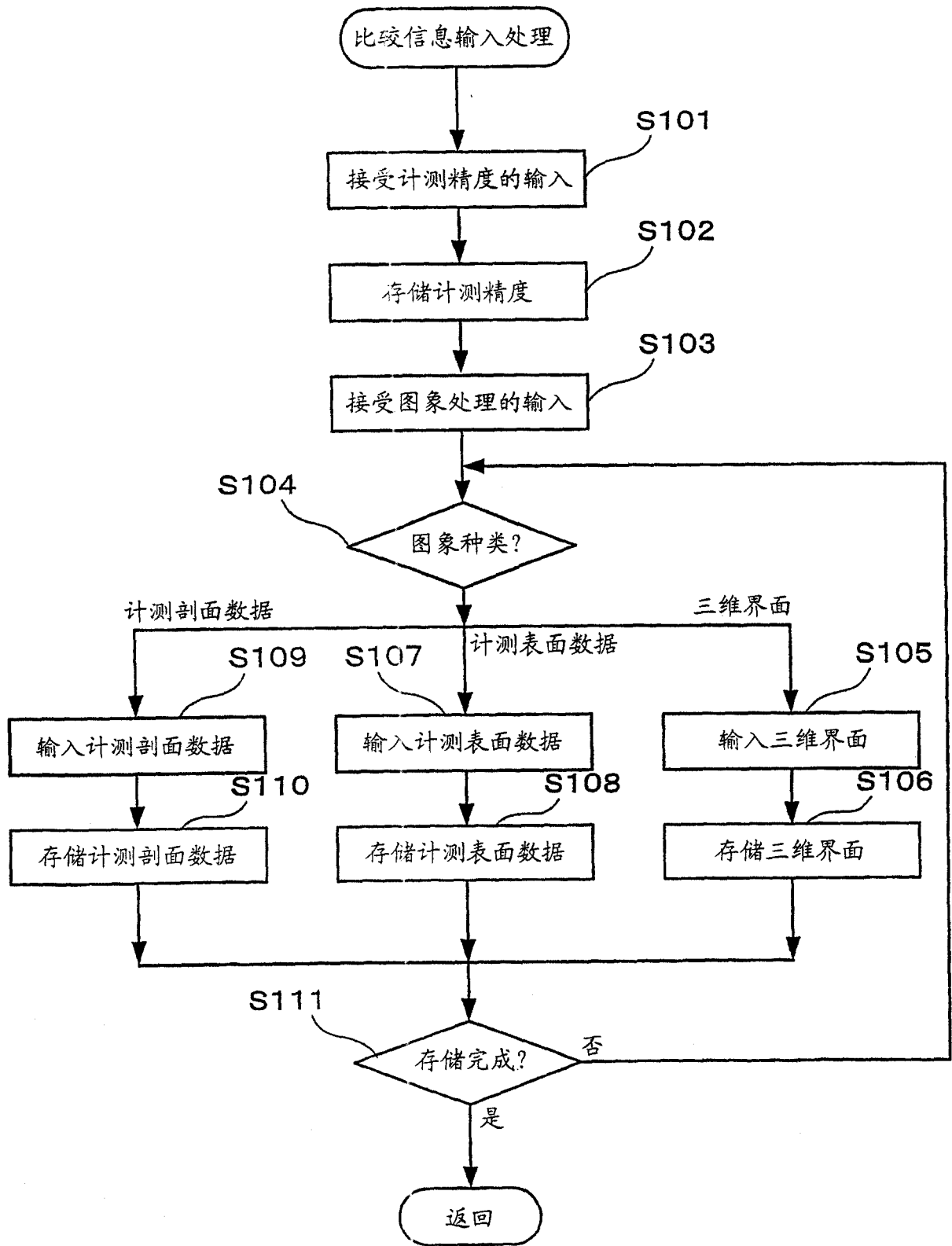


图 14

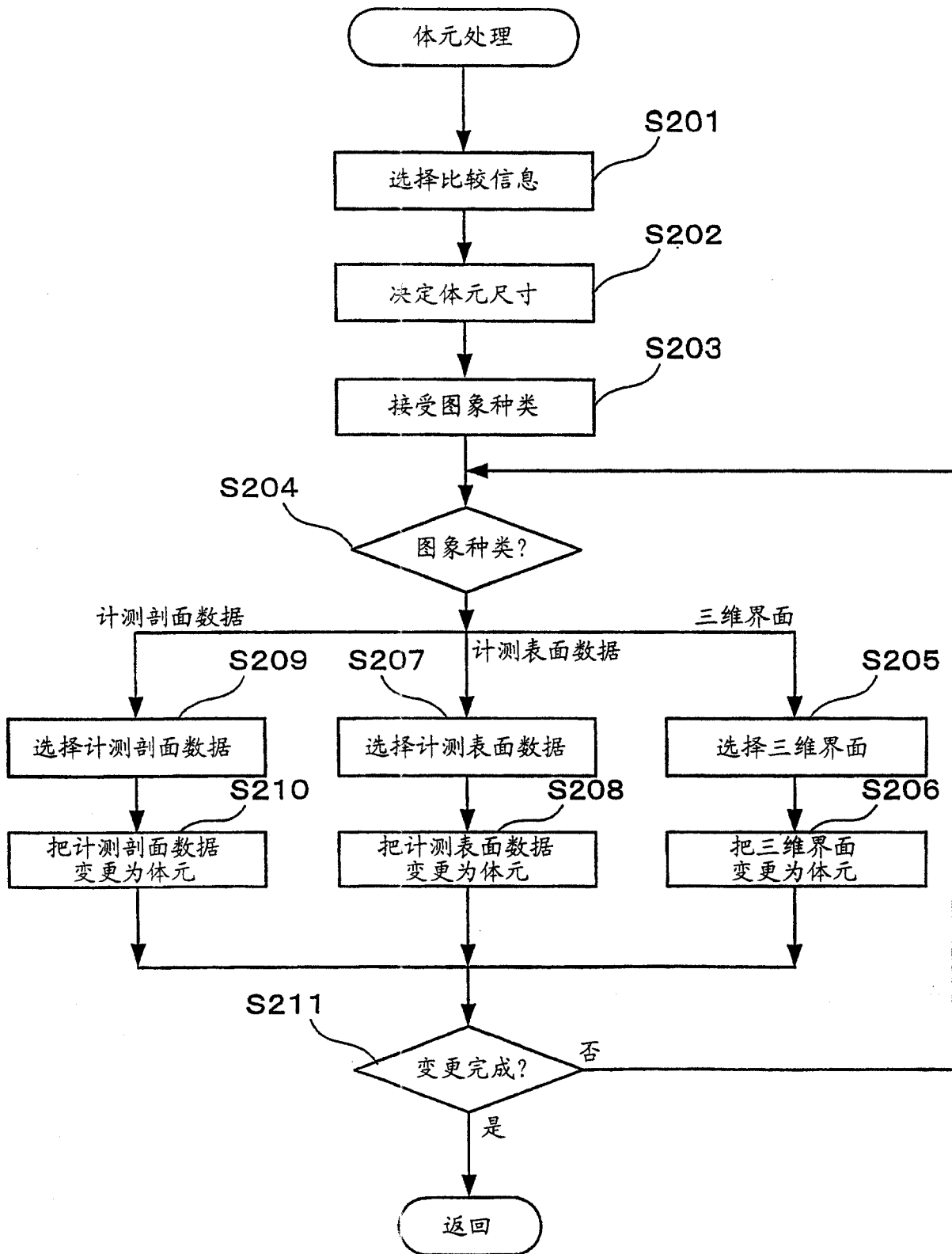


图 15

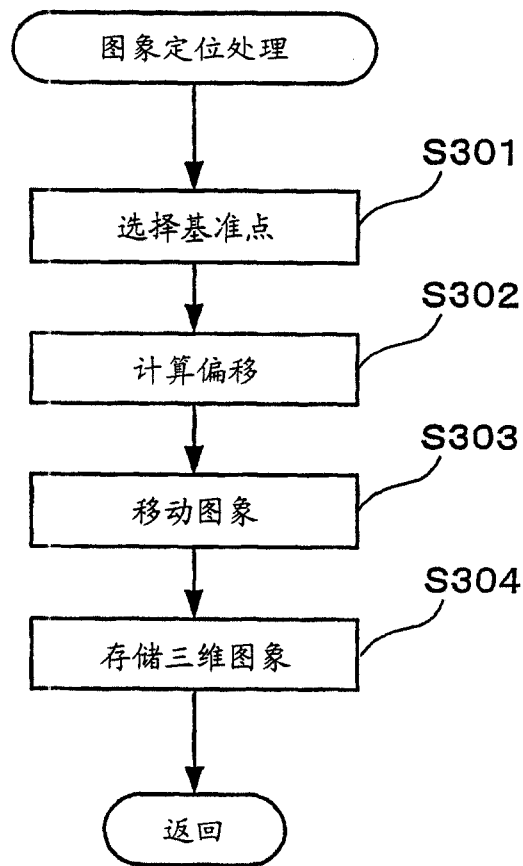


图 16

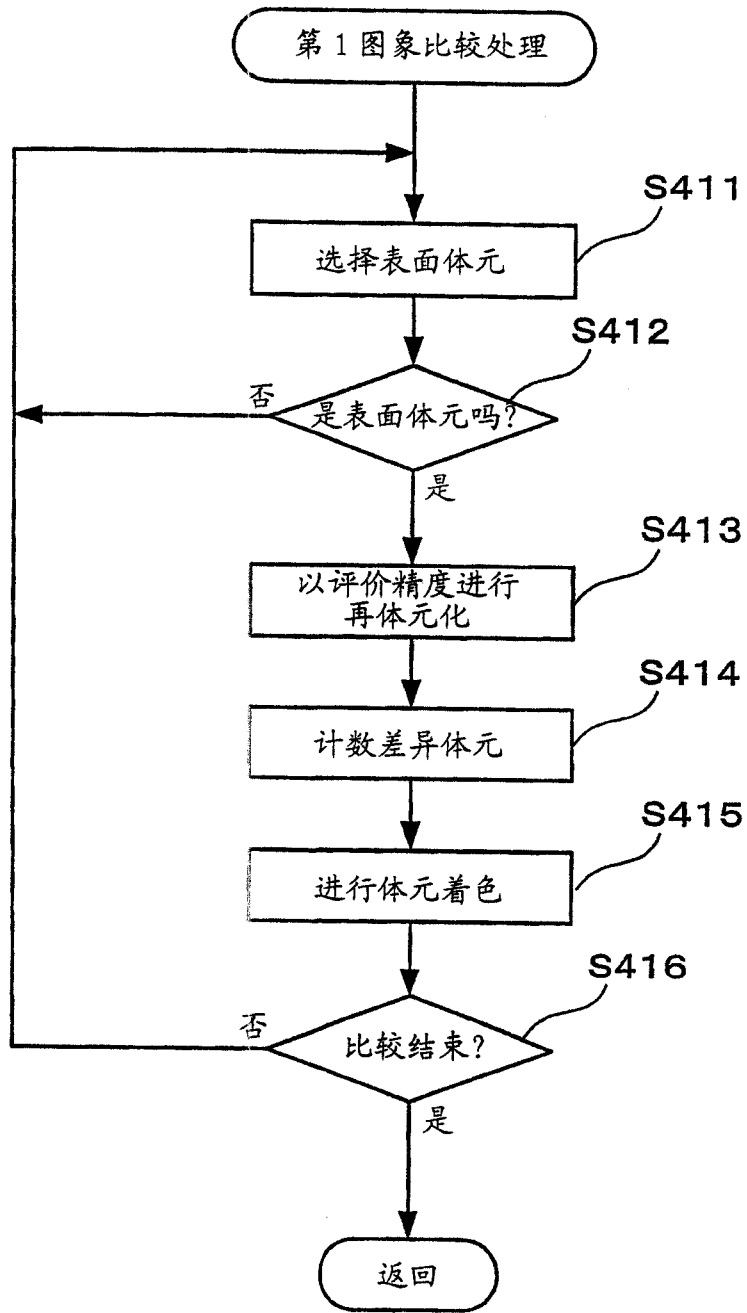


图 17

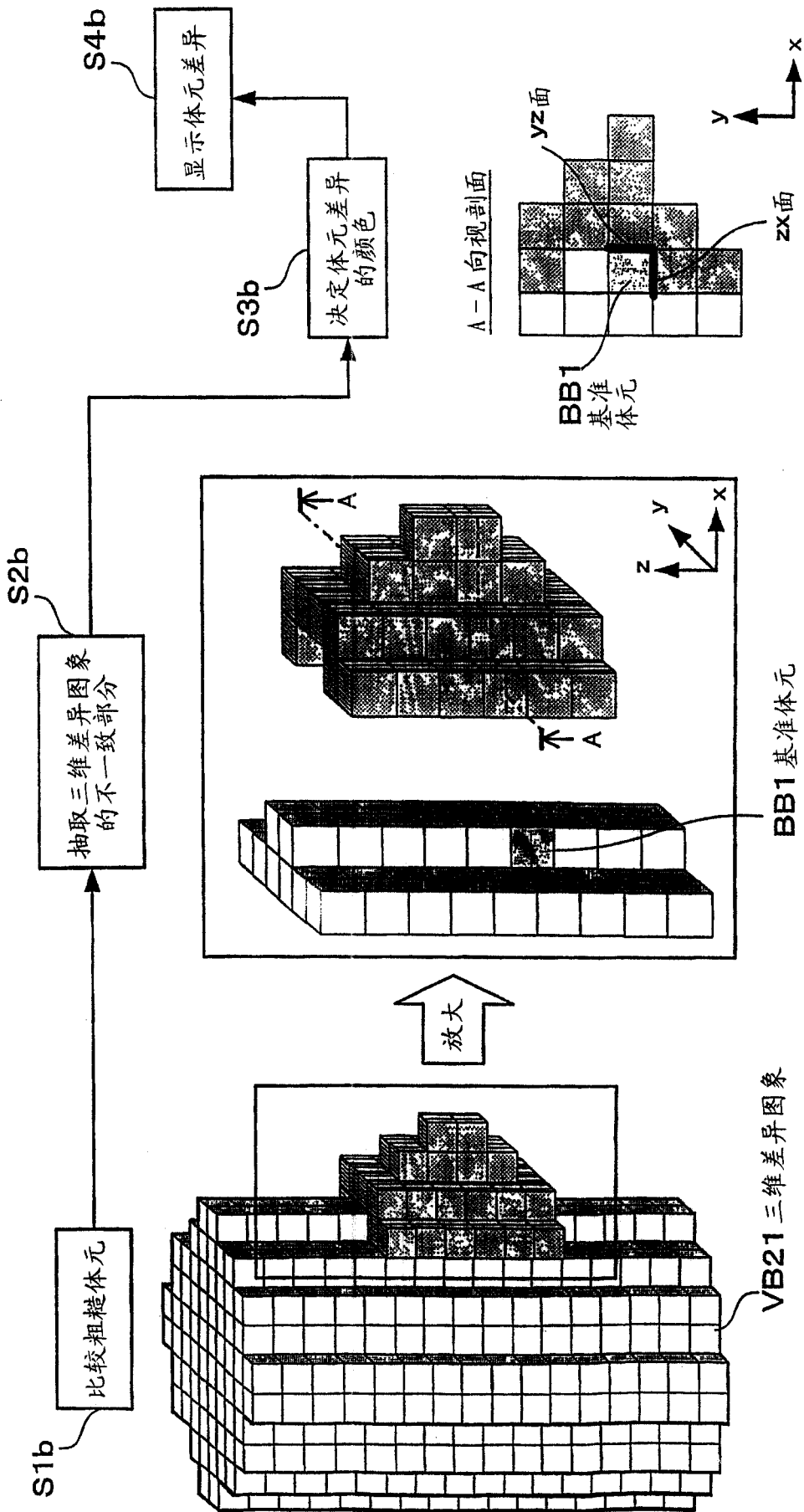


图 18

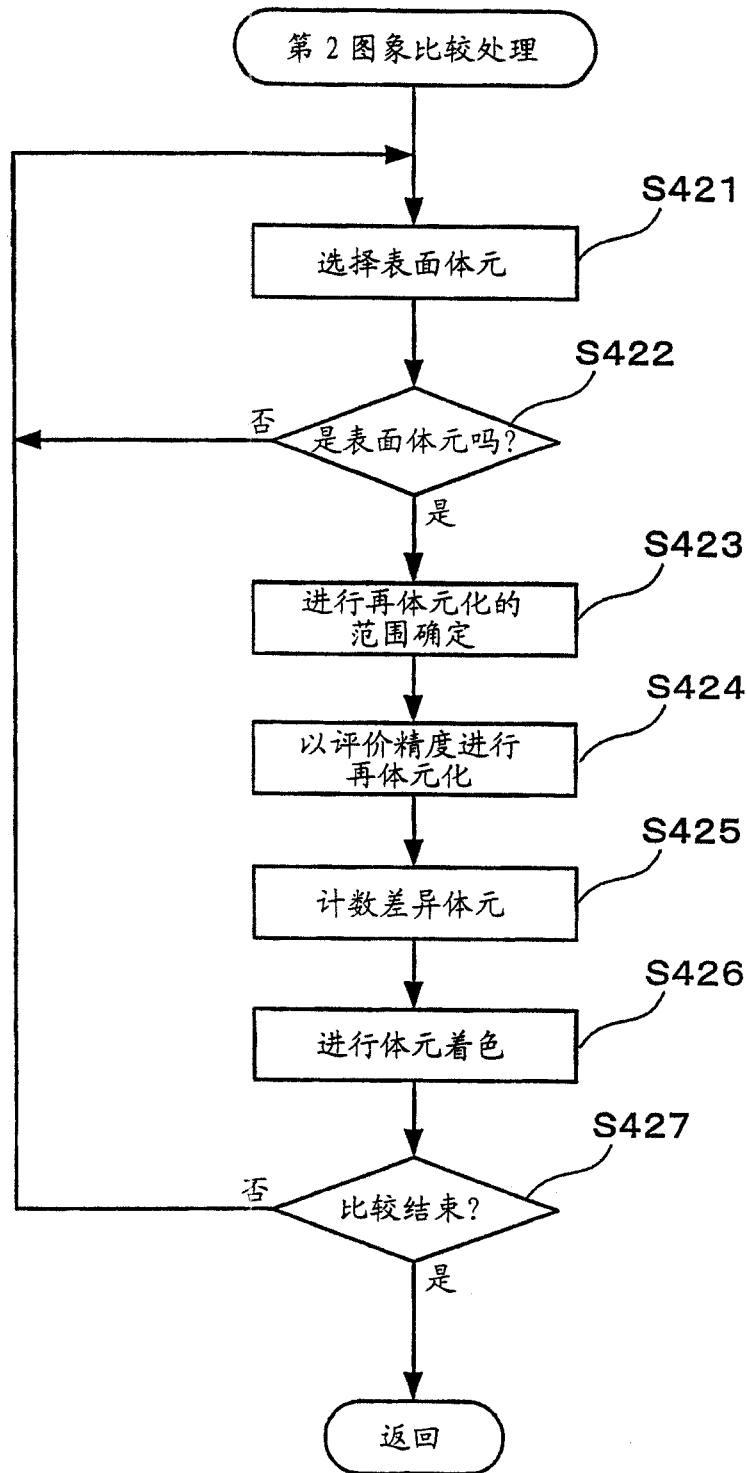


图 19

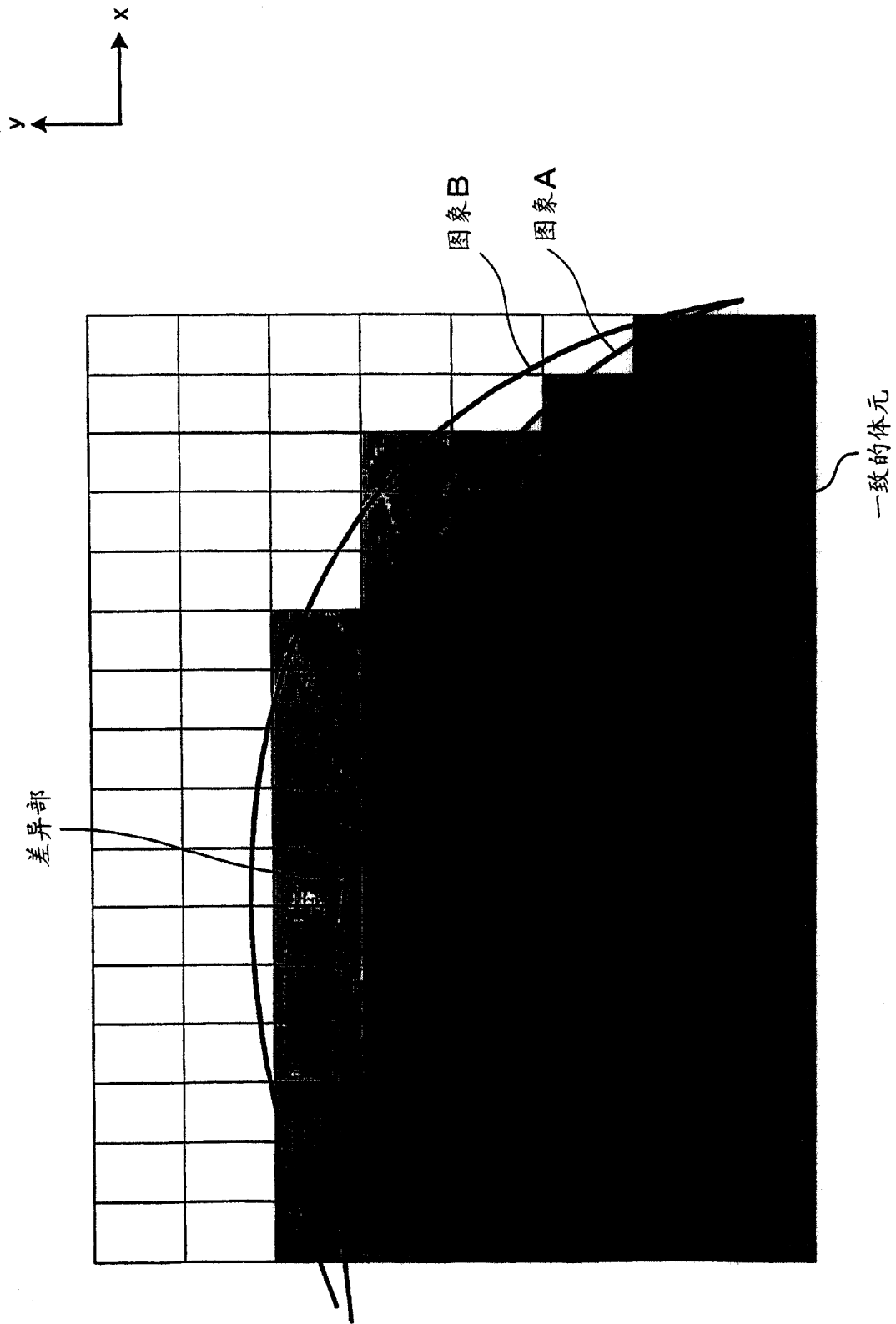


图 20

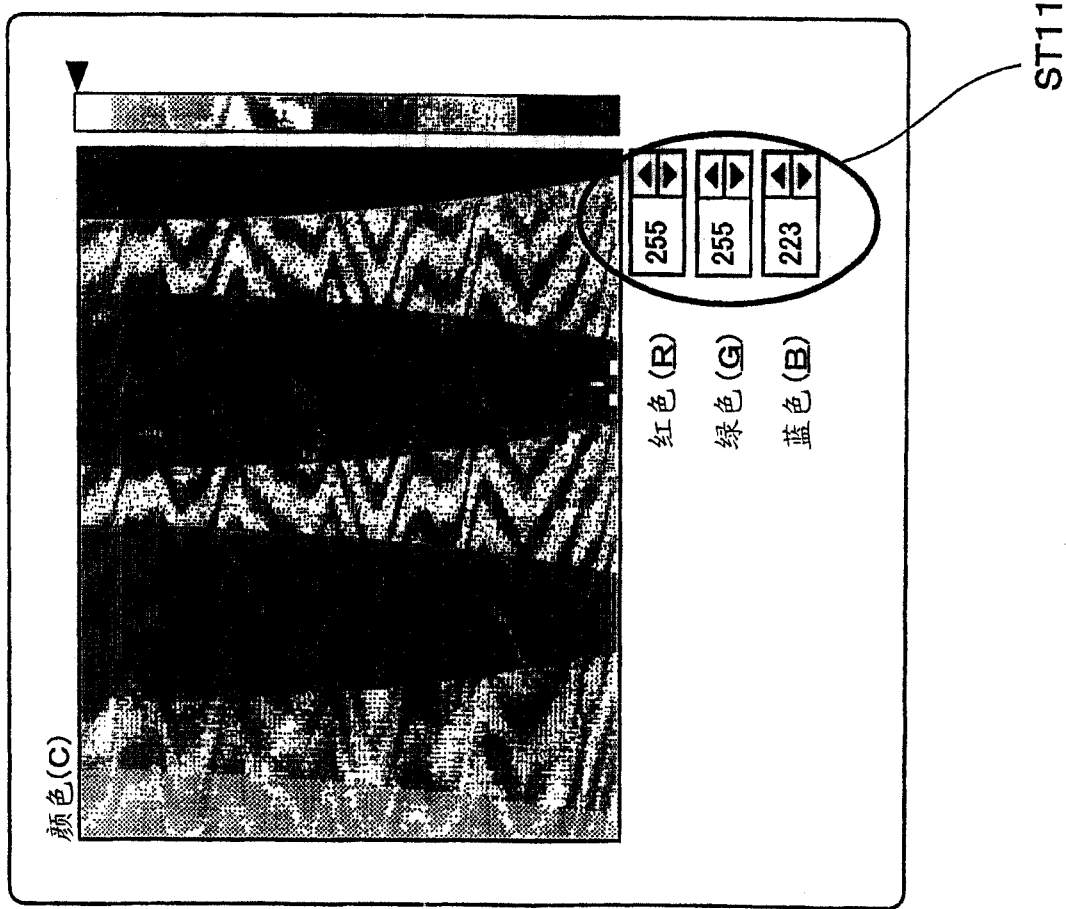


图 21

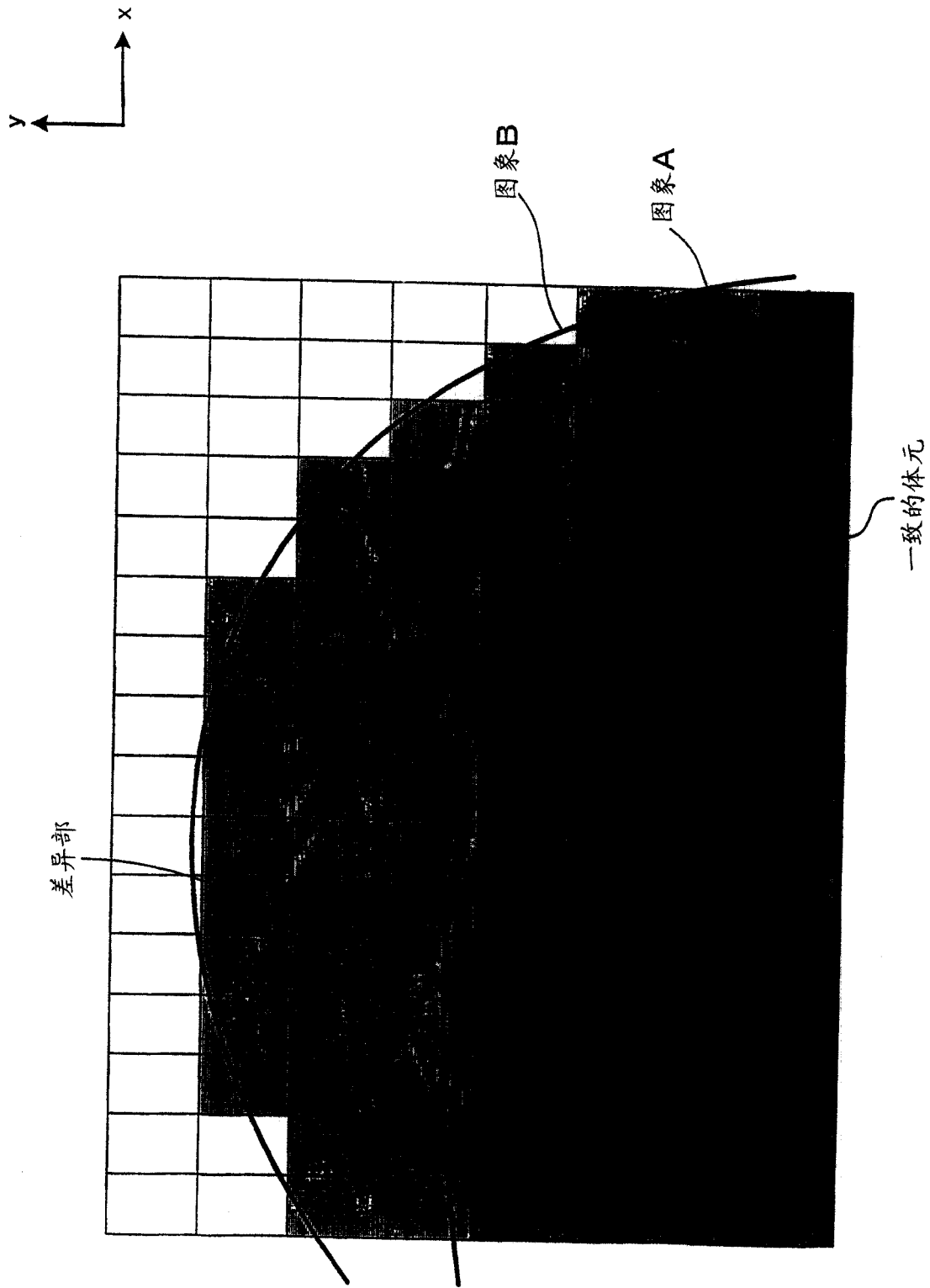


图 22

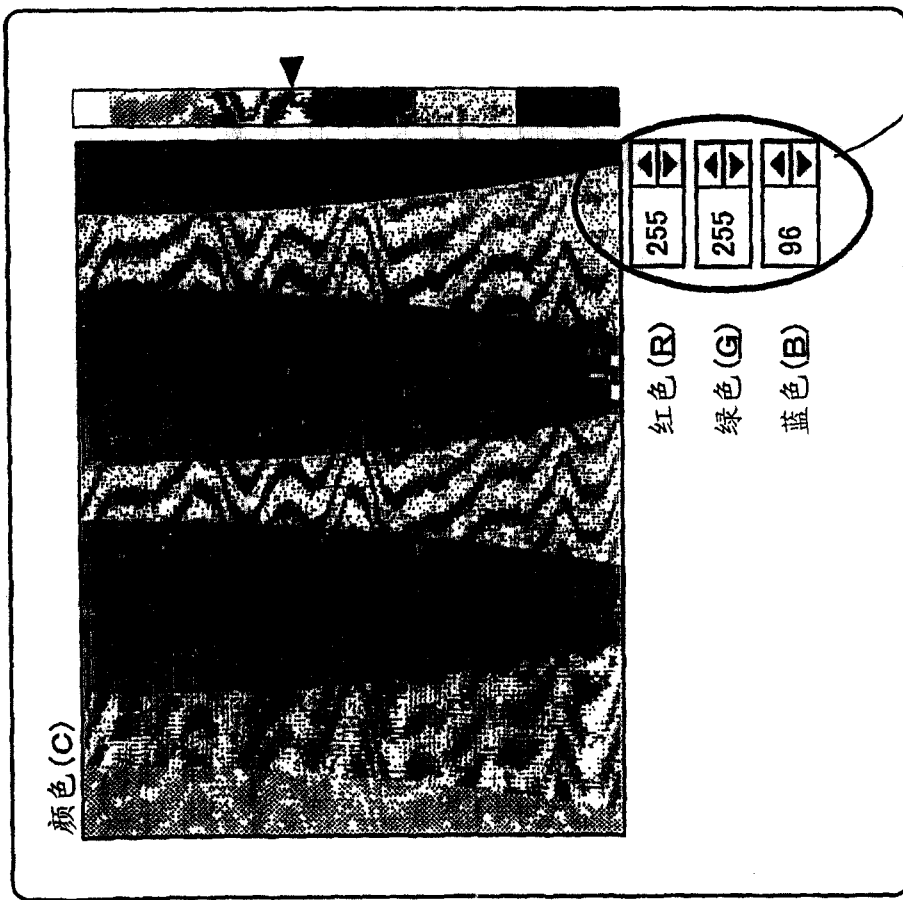


图 23

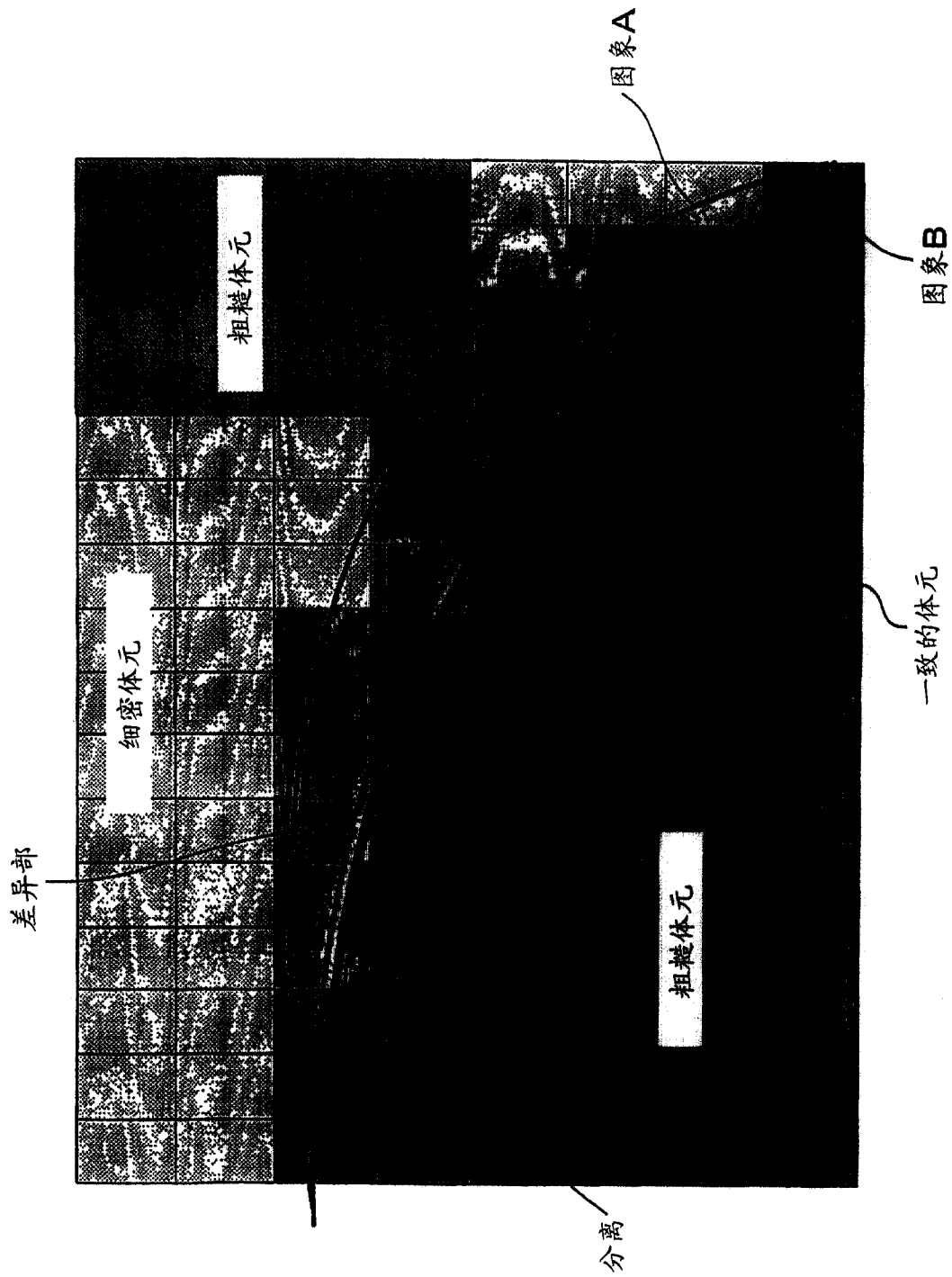


图 24

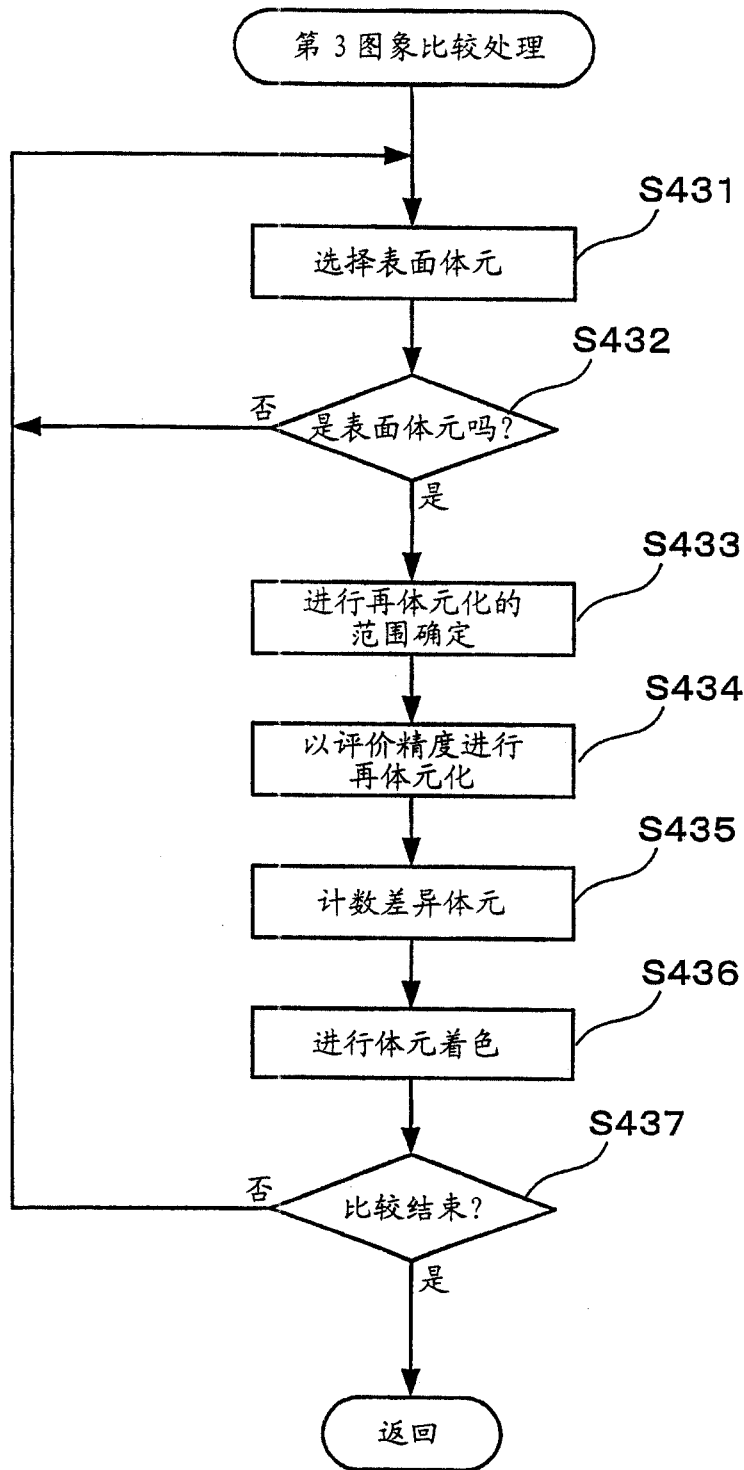


图 25

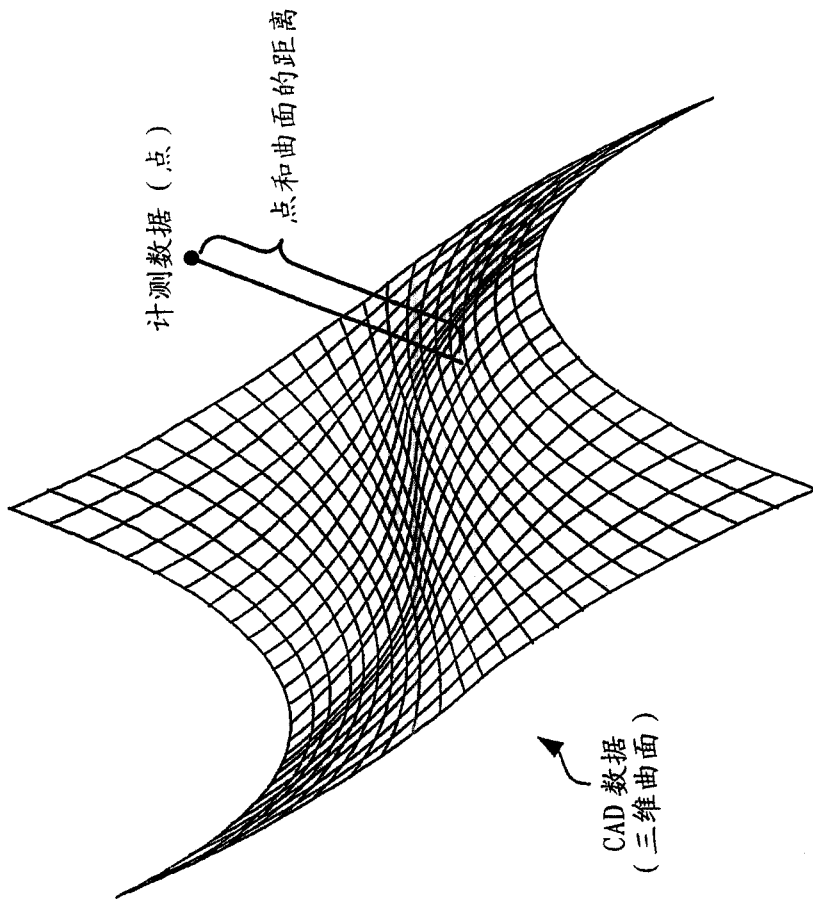


图 26

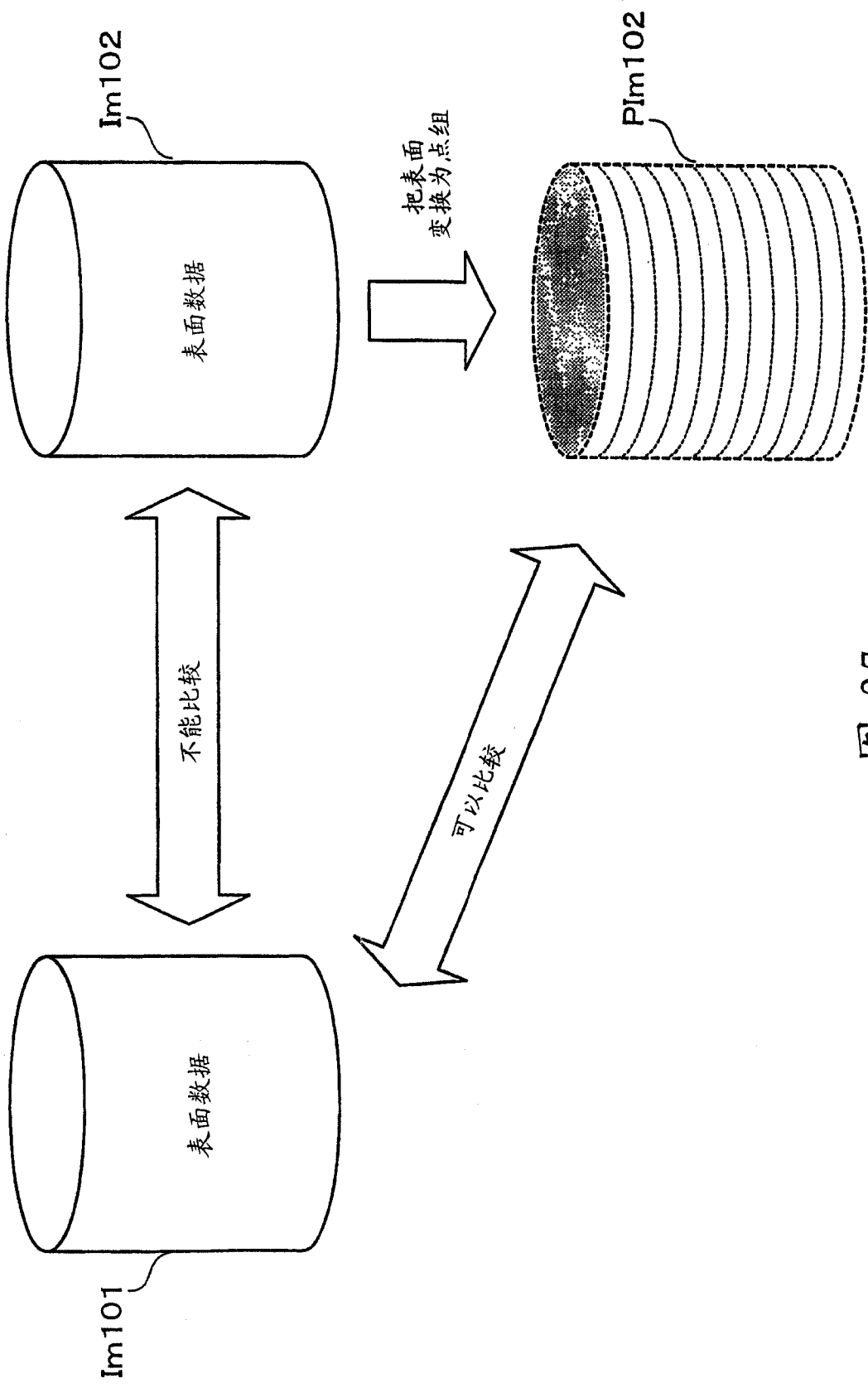


图 27