

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01S 15/89

G01S 7/52

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00800476.5

[43] 公开日 2001 年 5 月 30 日

[11] 公开号 CN 1297534A

[22] 申请日 2000.3.20 [21] 申请号 00800476.5

[30] 优先权

[32] 1999.3.31 [33] US [31] 60/127,037

[32] 1999.4.23 [33] US [31] 09/299,031

[86] 国际申请 PCT/US00/07395 2000.3.20

[87] 国际公布 WO00/58754 英 2000.10.5

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.30

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·S·阿维拉 L·S·阿维拉

W·T·哈特菲尔德 B·P·盖泽

V·V·卡马特 T·M·蒂尔曼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

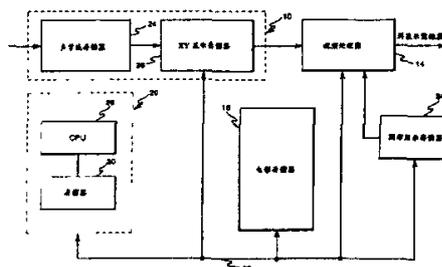
代理人 陈 霁 陈景峻

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图页数 7 页

[54] 发明名称 使用多截面的三维超声数据显示

[57] 摘要

以空间关系显示以下内容,表示在预定方位的数据体积投影的三维投影图像,表示各个截取于该数据体积的相互正交平面的三个截面图像,在所述方位下的数据体积的图形表示以及所述截面的图形表示。每个截面各自相对于所述数据体积图形的位置关系对应于各个截面相对于所述数据体积之间的位置关系。以不同的颜色显示所述的图形表示。可以将四个图像中的任何一个设为有效,从移动轨迹球时该图像可以实时重建的意义上说,可以将四个图像中的任何一个设为有效。用表示有效状态的颜色显示相应的图形表示,由此可以显示四个图像中的哪一个处于有效。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种成像系统包括:

用于显示图像的显示子系统; 以及

5 计算机, 经编程用于控制所述的显示子系统, 以空间关系同时显示一三维投影图像, 该三维投影图像表示在预定方位的数据体积投影, 一个第一截面图像, 该第一截面图像表示在所述数据体积内截取的一个第一平面, 一个第一图形, 该第一图形包括一个所述数据体积在所述预定方位的几何表示, 以及一个第二图形, 该第二图形包括所述第一截面的几何表示, 所述第二图形与所述第一图形之间具有一位置关系, 该位置关系与第一截面和所述数据体积之间的位置关系相对应。

2. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 以第一颜色显示所述的第一图形而用与所述第一颜色不同的第二颜色显示所述的第二图形。

15 3. 如权利要求 2 所述的系统, 其特征在于, 编程所述的计算机对所述的显示子系统进行控制从而同时显示与所述第一截面图像存在空间关系的第一方框, 其中用所述的第二颜色显示所述的第一方框。

20 4. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 编程所述的计算机对所述的显示子系统进行控制从而同时显示一表示一个从所述数据体积内截取的第二个平面的第二截面图像以及一个包括所述第二截面的几何表示的第三图形, 所述第三图形与所述第一图形之间具有与所述第二截面和所述数据体积之间的位置关系相对应的位置关系, 其中所述的第一和第二截面相互交叉。

25 5. 如权利要求 4 所述的系统, 其特征在于, 所述的第一和第二截面正交。

6. 如权利要求 4 所述的系统, 其特征在于, 以第一颜色显示所述第一图形, 以第二颜色显示所述第二图形以及以第三颜色显示所述第三图形, 所述第一、第二和第三颜色彼此不同。

30 7. 如权利要求 6 所述的系统, 其特征在于, 进一步安排所述的计算机对所述的显示子系统进行控制从而同时显示与所述第一截面

图像之间存在空间关系的第一方框以及与所述第二截面图像之间存在空间关系的第二方框，其中，以所述第二颜色显示所述第一方框，以所述第三颜色显示所述第二方框。

5 8. 如权利要求 6 所述的系统，其特征在于，进一步安排所述的计算机对所述的显示子系统进行控制从而同时显示一表示一个从所述数据体积内截取的第三平面的第三截面图像以及一个包括所述第三截面的几何表示的第四图形，所述第四图形与所述第一图形之间具有与所述第三截面和所述数据体积之间的位置关系相对应的位置关系，其中所述的第一、第二和第三截面相互交叉。

10 9. 如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述第一、第二和第三截面相互正交。

10. 如权利要求 1 所述的系统，进一步包括一个第一用户接口设备，其特征在于，进一步安排所述的计算机对所述的显示子系统进行控制，从而如果所述三维投影图像为有效，而在操纵所述用户接口设备的同时实时显示所述三维投影图像的重建图像，并且如果所述第一截面图像有效时，在操纵所述的第一用户接口设备的同时实时显示所述第一截面的重建图像。

11. 如权利要求 10 所述的系统，进一步包括一个第二用户接口设备，其特征在于，其中进一步安排所述的计算机根据对所述第二用户接口设备的操纵，将所述三维投影图像的状态从有效改变为无效，而将所述第一截面图像的状态由无效改变为有效。

12. 如权利要求 11 所述的系统，其特征在于，当所述三维投影图像有效而所述第一截面图像无效时，以第一颜色显示所述的第一图形而用第二颜色显示所述的第二图形，并且当所述三维透视图像无效而所述第一截面图像有效时，以所述第三颜色显示所述第一图形而用所述第一颜色显示所述第二图形。

13. 如权利要求 7 所述的系统，其特征在于，所述第一和第二截面相互正交，进一步安排所述计算机对所述的显示子系统进行控制从而同时显示一个位置标记，该位置标记与所述第一方框之间的位置关系与所述第二截面与所述第一截面之间的位置关系相对应。

14. 如权利要求 13 所述的系统，其特征在于，以所述第三颜色

显示所述的位置标记。

15. 用于显示图像的方法，包括这样的步骤，以空间关系同时显示一三维投影图像，它表示在预定方位下的数据体积投影，一个第一截面图像，它表示在所述数据体积内截取的第一平面，一个第一图形，它包括在所述预定方位下的所述数据体积的几何表示，第二图形，它包括和所述第一截面的几何表示，所述第二图形其与所述第一图形之间的位置关系对应于所述第一截面和所述数据体积之间的位置关系。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述的显示步骤进一步包括，同时显示分别表示在所述数据体积内截取的第二和第三平面的第二和第三截面图像，以及第三和第四图形，它们分别包括所述第二和第三截面的几何表示，所述第三和第四图形与所述第一图形之间的位置关系分别对应于所述第二和第三截面与所述数据体积之间的位置关系，其中所述第一、第二和第三截面相互交叉。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述第一、第二和第三截面相互正交。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，以第一到第四种不同的颜色分别显示第一到第四图形，而同时显示的步骤进一步包括以各自与所述第一到第三截面图像之间的空间关系同时显示第一到第三方框，并且以所述第二到第四颜色显示所述第一到第三方框。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述同时显示步骤进一步包括同时显示与所述第一方框之间位置关系的一位置标记，该位置关系对应于所述第二截面与所述第一截面之间的位置关系。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，包括以所述第三颜色显示所述位置标记的步骤。

21. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，进一步包括以下步骤：

使所述三维投影图像有效；

当所述三维投影图像有效时，操纵第一用户接口设备；

当所述三维投影图像有效时，在操纵所述第一用户接口设备的过

程中，实时显示所述三维投影图像的重建图像；

将所述三维投影图像从有效改变为无效，同时将所述第一截面图像改变为有效；

当所述第一截面图像有效时，操纵所述第一用户接口设备；以及

5 当所述第一截面图像有效时，在操纵所述第一用户接口设备的过程中，实时显示所述第一截面图像的重建图像；

22. 如权利要求 21 所述的方法，其特征在于，当所述三维透视图像有效时，用第一颜色显示所述第一图形，而用第二颜色显示所述第二图形，而当第一截面图像有效时，用第三颜色显示所述第一图形
10 而用所述第一颜色显示所述第二图形，所述第一、第二和第三颜色彼此不同。

23. 如权利要求 21 所述的方法，其特征在于，将所述三维投影图像从有效改变为无效并且将所述第一截面图像改变为有效的步骤包括操纵第二用户接口设备的步骤。

15 24. 一种成像系统，包括：

用于显示图像的显示子系统；以及

用于控制所述显示子系统的装置，使其以空间关系同时显示一三维投影图像，它表示在预定方位的数据体积投影，一在所述数据体积内截取的第一平面，一第一图形，它包括在预定方位下所述数据体积
20 的几何表示，以及第二图形，它包括所述第一截面的几何表示，所述第二图形与所述第一图形之间的位置关系与所述第一截面与所述数据体积之间的位置关系相对应。

说明书

使用多截面的三维超声数据显示

相关专利申请

5 本发明是以 1999 年 3 月 31 日申请的，申请号为 60/127, 037 的美国临时申请的申请日为优先权日的。本申请还是 1999 年 4 月 23 日申请的，申请号为 09/299, 031 的美国专利申请的系列申请，该申请所公开的内容在此以引用的方式公开。

发明的领域

10 本发明主要涉及三维超声解剖成像以及，更确切地说，通过检测由人体内的一被扫描体积反射的回波进行的人体三维诊断成像。

发明的背景

常规的超声扫描仪产生组织的两维 B-模式图象，其中像素的亮度是基于返回回波的强度的。换句话说，在彩色流动成像模式中，可以对组织或液体（例如，血液）的移动成像。运用多普勒效应对心脏或脉管内的血液流动进行测量是已知的。可以利用反向散射的超声波的相移来测量来自组织或血液的反向散射的速度。运用不同的颜色来表示速度和流动的方向，可以显示所述的多普勒偏移。在功率多普勒成像中，对返回的多普勒信号内的功率进行显示。尽管接下来的叙述为了简短起见，将主要针对 B-模式成像，但是本发明适用于任何形式的超声成像。

15

20

由于观察者不能将被扫描解剖体的两维表示形象化，因而通常很难将两维超声图像解译。另外，由于探头的几何尺寸或是未能很好地接近检查区域，也许不能获得作出诊断所需的精确视图。然而，假如将超声探头扫过检查区域，并将两维图像进行累积形成一个三维数据体积，这样对于经过或未经过训练的观察者来说都可以更加容易地将解剖体形象化。而且，由于探头的几何尺寸或是未能很好地接近检查区域而不能得到的视图，可以由三维数据体积进行重建，这是借助于在一个难以获得的角度构造贯穿体积的片层来实现的。

25

30 为了产生三维图像，成像系统计算机能够将一个从存储器检索到的源数据体积传送到成像面数据装置。连续的传送可以包括多种投影

技术，比如最大、最小、复合、表面投影或在角度增量为，例如 10° 间隔，角度在，例如 $+90^\circ$ 到 -90° 范围内的平均投影。

在徒手三维超声扫描中，在高度方向上将换能器阵列（1D 到 1.5D）平移从而得到穿过所检查的解剖体的一组图像面。可以将这些
5 图像存储在存储器中而随后由系统计算机为三维重建进行检索之用。如果图像帧之间的距离为已知，于是可以运用正确的扫描面尺寸和面外尺寸之间的外观比率对三维体积进行重建。然而，如果对片层内部间隔的估计不足，会导致该三维物体的重大几何失真。

常规超声成像系统将 B 模式，彩色流模式以及功率多普勒模式数
10 据在连续基础上收集在电影存储器中。当探头扫过解剖体区域，使用徒手扫描技术或机械探头推进器将三维体积存储在电影存储器中。使用多种技术中的任何一种可以确定探头平移的距离。使用者能够估计扫过的距离。如果探头推进器以恒定的速率移动探头，就能够很容易地估计出距离。或者，可以将一位置传感器装在探头上，以便确定每
15 一片层的位置。在解剖体上或数据内部的标记也能够提供所需的位置信息。还有另一种方法就是根据连续图像帧间的斑点非相关程度直接估计扫描面的位移。

如果超声探头扫过人体的一部分区域（可以是手动或由探头推进器驱动），以致片层内部间隔为已知，而如果将该片层存储在存储器
20 中，可以得到三维数据体积。可以使用该数据体积形成一个被检查区域的三维视图。此外，可以对该数据进行重整以产生在任意角度的独立片层，这样可以使使用者不需要研究解剖体就得到所需的准确视图。

产生的问题就是如何以这样一种便于观察者将二维片层与三维
25 解剖体联系起来的方式显示所述的信息。Avila 等人共同转让的 1999 年 8 月 10 日颁发的美国专利 5, 934, 288，公开了一种具有多种三维图像模式的系统，它允许使用者以体积投影的方式或以任意角度的独立片层方式以及从数据体积内一位置来观察数据。这使得使用者可以得到任何一个所需的独立片层，并且在该角度上于解剖体中移动屏
30 幕。第 5, 934, 288 号专利在此以引用的方式公开。然而，通常需要将如何使数据体积中的一片层与该数据体积内的同一点的非平行片

层（如，正交的）发生联系形象化。

在扫描人体并在存储器中收集多个图像（例如，B-模式）以形成一个从三维物体体积得到的数据体积的超声成像系统中，对表示该数据体积的图像进行显示，同时还有多个在不同角度取得的表示独立片层的图像，并且它们相交于数据体积内的一点上。在一个最佳实施例中，显示了表示在数据体积内相互正交的片层的三个图像。在后面，该显示模式是指“正交截面”模式。然而，相关领域技术人员很容易想到，所述的截面并非必须是相互正交。

在取得了数据体积并限定了检查区域之后，使用者进入正交截面模式。这一模式可以是多种三维成像模式中的一种，或者是单一的三维成像模式。如果存在多种模式，进入三维成像模式的初始模式最好是正交截面模式。初始模式以及从一种模式到下一个模式递进的序列是由软件设定的。相关领域的技术人员很容易想到正交截面模式并非必须是初始模式。

正交截面模式向使用者提供了连同贯穿数据体积内的三个正交截面一起的数据体积投影。此外，还显示一个定位框架，以便使用者直观地看到数据体积的方位以及所述片层在所述数据体积中的位置，以及确定四个显示中的哪一个可以由轨迹球来操纵（下面指“有效”显示）。当初始进入的是正交截面模式，体积投影有效，定位框架因而呈现绿色，而截面各自以不同的颜色显示（例如，红色、蓝色和黄色）。此外，每个截面显示由其相应的颜色构成。当使用者操纵轨迹球时，数据体积投影被实时更新。按动光标键将“有效”显示依次改变到下一个并将其所在的方框变绿。同时体积投影的线框变成白色。当一个截面有效时，操纵轨迹球可以让使用者在所选的方位上在该数据体积内移动屏幕。

附图简介

图 1 为一个方框图，它简单描绘了根据本发明一最佳实施例的显示模式编程的实时数字超声成像系统的子系统。

图 2 是一个方框图，它图示了当选择了任何一种三维成像模式时，用于处理成像数据的装置。

图 3 描绘了沿垂直于探头扫描平面的方向线性扫描超声探头得到

的数据体积。

图 4 描绘了通过将图 3 所描绘的数据体积进行重整得到的在任意角度的独立片层。

5 图 5-7 分别描绘了将图 3 所描绘的数据体积进行重整得到的正交截面中的各个独立片层。

图 8 描绘了图 5-7 的三个片层在一点重叠的情况。

图 9 是根据本发明一个最佳实施例探测和显示过程的流程图。

图 10 描绘了计算机产生的图像，它表示了根据本发明一最佳实施例的正交截面模式显示的多个图像。

10 发明的详细描述

本发明公开了一种 B 模式超声成像系统；然而，可以想到本发明可以用于其他超声成像模式，例如，速度或功率流动成像。

在图 1 中描绘了 B 模式成像系统中的基础信号处理链。启动一个内装换能器元件阵列的超声探头 2 对聚焦在传输焦点位置的超声波束进行传输。换能器元件对返回的超声信号进行检测，并且随后由波束成形设备 4 沿扫描线将其动态聚焦在连续的范围以形成一个接收矢量。对于每条扫描线，上述波束成形设备的电信号形式的输出数据都经过一个 B 模式处理链 6，它包括均衡滤波，包络检测以及对数压缩。在扫描几何学的基础上，使用将近几百个矢量构成一个声学图像帧。为了使从一个声学图像帧到下一个的暂态转换平滑，可以在扫描转换之前由平均系统 8 对一些声学帧进行平均处理。对于矢量扫描，扫描转换器 10 将 R- θ 格式的压缩图像转换成 X-Y 格式用于显示。在一些系统上，可以由视频帧平均器 12（由虚线框表示）在 X-Y 格式上实施帧平均处理，而不是在扫描转换之前在声学帧上进行，并且有时将复制的视频帧插入到声学帧之间以获得特定的或所需的视频显示帧速率。在任何情况下，将经过扫描转换的帧传送到视频处理器 14，它主要将经过扫描转换的数据映射到显示器 18 上，它提供 B 模式成像数据的视频显示的灰度映象。

30 系统控制集中于主机 20，它通过用户接口 22 接收操作者输入并且依次控制多个子系统。（在图 1 中，为了简单起见将主机到多个子系统的系统控制线省略了）。在成像中，在电影存储器 16 中将最近

的一长串图像进行存储并进行自动连续更新。设计一些系统来存储 R- θ 声学图像（在图 1 中，这些数据通道由连接到电影存储器 16 的虚线表示），而另一些系统存储 X-Y 视频图像。能够通过轨迹球控制（接口 22）在显示监视器上回顾存储在电影存储器 16 中的图像，并且可以选择图像环中的一段存储在硬盘中。

对于具有徒手三维成像能力的超声扫描仪，将存储在电影存储器 16 中的选定的图像序列传输到主机 20 用于三维重建。将结果写回到电影存储器中的另一部分或扫描转换存储器中，通过视频处理器 14 从那里将其发送到显示器 18。

在图 2 中，可以看到扫描转换器 10 包括声学线存储器 24 和 XY 显示存储器 26。将存储在声学线存储器 24 中的以极坐标（R- θ ）矢量格式存储的 B-模式成像数据转换成适当换算的笛卡儿坐标强度数据，将其存储在 XY 显示存储器 26 中。将每一个图像帧从 XY 显示存储器 26 发送到视频处理器 14。在灰度映象前，将视频处理器 14 中的 B-模式成像数据在先入先出的基础上存储到电影存储器 16 中。存储可以是连续的或者受控于外部触发事件。事实上，电影存储器 16 是一个在后台起作用的循环图像缓冲器，获取实时向使用者显示的图像数据。当使用者停止系统时（通过操作用户接口 22 上的适当设备），使用者能够观看先前在电影存储器中获取的图像数据。

将电影存储器 16 中存储的选定的图像序列传送给主机 20 用于三维重建。在扫动探头的过程中得到的多帧成像数据组成一三维数据体积。主机 20 从电影存储器 16 接收感兴趣的部分并实施一种体积演示技术将投影的图像重建到多种成像面上。将每次投影产生的投影数据写回到电影存储器中的另一部分或扫描转换存储器中，通过视频处理器 14 从那里将其发送到显示监视器 18。

主机 20 包括一个中央处理单元（CPU）28 和系统存储器 30。安排 CPU28 将得到的成像数据体积转换成在不同角度取得的多种三维投影图像。CPU28 通过系统控制总线 32 对 XY 显示存储器 26、视频处理器 14、电影存储器 16 以及 CPU 自身之间的数据流进行控制。将代表多次扫描中之一或被检查物体中的片层的每个成像数据帧依次存储在声学线存储器 24 中、XY 显示存储器 26 和视频处理器 14。在灰度

映象前，将 B-模式成像数据帧从视频处理器发送到电影存储器 16。将表示扫描的物体体积的一栈帧存储在电影存储器 16 中，构成一源数据体积。一旦获得源数据体积，CPU28 能够提供与穿过源数据体积内的任意片层一样的数据的三维投影。

5 该成像系统还能够能够在任何超声图像上重叠图形标记。在图像帧上的图形重叠是在视频处理器 14 中完成的，视频处理器 14 从 XY 显示存储器 26 接收超声图像帧并且从图形显示存储器 34 中接收图形数据。由主机 20 或由专门的图形处理器（未示出）将图形数据进行处理并将其送给图形显示存储器 34。

10 图 3 显示，如果超声探头 2 扫（箭头 36 表示线性扫动）过人体的一个区域（可以用手或用探头推进器），这样片层内部间隔已知，而如果将片层 38 存储在存储器中，可以获得一个三维数据体积 40。可以对该三维数据体积 40 进行处理（例如将其投影到成像面上）以形成被检查区域的三维视图。此外，可以对数据进行重整以产生一个
15 任意角度（见图 4）的独立片层 42，这样可以使使用者不需要研究解剖体就得到所需的准确视图。产生二维数据的三维投影的算法是已知的，如用于重整数据以产生穿过数据组的任意片层的技术。问题就是如何以便于观察者将二维片层与三维解剖体联系起来的方式显示上述信息。

20 本发明的一个最佳实施例使得使用者可以直观地看到如何将数据体积中的一个片层与在该数据体积内同一点上的非平行（例如正交）片层联系起来。图 5-7 描绘了沿相交于数据体积 40 内的一点上的相互正交的平面 50、52、54 取得的各个独立片层 44、46、48。图 8 描绘了图 5-7 中的三个片层 44、46、48，上述三个片层重叠在它们的交叉点 P 点。
25

图 9 是一个流程图，它表示了根据本发明的一个最佳实施例的获取和显示过程。使用者在步骤 100 开始用超声探头扫过被检查区域。所述的扫动可以通过线性或摆动的徒手扫动获得。一旦得到所述的数据，在步骤 102，当按下用户接口上的定格键，使用者将电影存储器
30 “定格”并适当保持数据，然后，在步骤 104，选择电影存储器帧（片层）的范围包括在 Z 维数据体积中。操作者最好通过移动用户接口上

的轨迹球来完成下一步骤。当移动了轨迹球，在显示屏上出现了“Z
维选择”标尺。于是用上述轨迹球来控制标志符相对于标尺的位置。
操作者将标志符移动到左端点随后通过按动用户接口上的预定键锁
定左端点。接着，操作者将标志符移动到所需的右端点并且随后通过
5 按动相同的预定键锁定右端点。这样就确立了包括在数据体积内的片
层。于是操作者在步骤 106 通过按动接口上适当的键进入“3D 模式”。

进入 3D 模式，操作者就必须首先选择 XY 尺寸和所检查区域
(ROI) 在数据体积内的位置(步骤 108)。这一选择可以通过操作当
按下了 3D 模式键时就出现在显示屏缺省位置上的检查区域框来实
10 现。可以沿 X 和 Y 轴方向将检查区域框平移或改变其大小，从而使其
能够包围出现在矢量扫描图像中的被成像的结构。通过移动轨迹球可
以将检查区域框平移并且可以通过操纵用户接口中配备的四面摇杆
开关来改变其大小。

在限定了 ROI 之后，操作者在步骤 110，选择所需的三维投影类
15 型(最小、最大或平均像素投影、表面演示、混合技术等)，之后，
在步骤 112，按下演示键。由主机 20 将所限定的 ROI 从电影存储器
16(见图 2)中检索出来。在步骤 114，主机扫描检索到的数据用于
复制帧并将其删除，接着，在步骤 116，为数据组计算片层内部间隔。
(假设片层内部间隔在数据体积的长度范围内是恒定的。)例如，使
20 用适当的斑点相关技术能够计算出片层内部间隔，所述的斑点相关技
术公开在共同转让的 Larry Mo 的美国专利申请 09/045, 780 中，该
专利申请是在 1998 年 3 月 20 日提出的。

在计算了片层内部间隔之后，系统进入“正交截面”模式，该模
式是包含所述的 3D 模式的多种子模式中的一个。在步骤 118，“正交
25 截面”模式刚一初始化，就由主机(或一个专用的图形处理器)产生
表示一个彩色(如绿色)的具有初始定位的定位框架的信号，将其以
XY 格式放在图 2 的图形显示存储器 34 中，之后发送到视频处理器 14
中。视频处理器产生一个显示在显示器 18(见图 1)的屏幕 58 上的
绿色定位框架 56(见图 10)，该框具有所示的初始的定位。同时，
30 主机根据计算出的片层内部间隔和初始定位进行规定的数据体积的
选定的全分辨率体素投影。从图 1 明显看出，将投影的三维图像送至

5 电影存储器 16，之后到视频处理器 14，视频处理器 14 产生用于如图 10 所示，沿定位框架 56 在屏幕 58 上进行显示的投影的三维图像 60。在“正交截面”显示模式中，主机还产生三个表示数据片层的图像 62、64 和 66，这三个数据片层是在相交于数据体积中的一点上的彼此正交的相交面上取得的。如图 10 所示，这些数据片层也被传送到视频处理器用于与定位框架和投影的三维图像一同显示。在所述的初始状态，在数据体积的中间平面取得所述的片层。在图 10 中没有描述上述截面的这些初始位置。

10 除定位框架外，图 2 中的主机 20（或专门的图形处理器）还产生其他图形，并通过图形显示存储器 34 传送到视频处理器 14。具体说，如图 10 所示，截面图像 62 由方框 68 框起，截面图像 64 由方框 70 框起，而截面图像 66 由方框 72 框起。方框 68、70、71 中的每一个具有相同的长方形或正方形，但是在显示监视器上以不同的颜色表示，例如，红色、蓝色和黄色。根据本发明的一个最佳实施例，在定位框架 56 上，三个截面的位置由相应的与方框 68、70 和 72 匹配的颜色绘制的平行四边形表示。例如，重叠在定位框架 56 上的平行四边形 74 对应于并表示了方框 68 中显示的截面 62 的位置，重叠在定位框架 56 上的平行四边形 76 对应于并表示了方框 70 中显示的截面 64 的位置，以及，重叠在定位框架 56 上的平行四边形 78 对应于并表示了方框 72 中显示的截面 66 的位置。此外，每一个平行四边形包括两条实直线，表示各个截面与数据体积在投影图像 60 中可见的表面的交线，还包括两条虚直线，表示各个截面与数据体积在投影图像 60 中隐藏表面的交线。

25 在图 10 中，在方框 68、70 和 72 上也由重叠标记表示了截面位置，每一对标记表示另外两个截面中一个的位置，即，在该方框中没有被显示的截面。例如，方框 72 具有第一对标记 82，它表示图像 62 的截面位置，而第二标记 84 表示了图像 64 的截面位置。标记最好由其位置被显示的截面的方框的颜色来表示。例如，如果方框 68 表示为红色，方框 70 是蓝色而方框 72 是黄色，于是标记 82 用红色表示而标记 84 用蓝色表示。这样，对于每个截面图像，对应的方框，在 30 定位框架 56 上的截面图形以及在另外两方框上的位置标记都由各自

的颜色描绘。

除了上述的截面位置图形外，描出所述数据体积可见面的直线 80 重叠在投影图像 60 上，其颜色与方框 68、70 和 72 不同并且与表示所谓的“有效”显示颜色（即绿色）不同，这将在后面详述。

5 正交截面模式显示四个图像（图 10 中的 60、62、64、和 66）以及线框定位框架 56。然而，在任何时刻，四个显示图像中只有一个是“有效”的。这里所用的术语“有效显示”意思是可以由接口装置，如轨迹球操纵的那个显示。

10 当体积投影图像 60 为有效显示时，可以通过操纵轨迹球转动投影的图像，实时更新即数据体积投影。这种显示模式中的初始演示是一个全分辨率投影。当使用者操纵轨迹球，定位框架跟着转动，以预定的系数去除体积投影的一部分从而得到跟随轨迹球的实时重建。当使用者停止移动轨迹球，现存定位的投影以全分辨率的方式重新演示（即不会去除其中的部分）。

15 当截面图像 62、64 和 66 中的一个为有效显示时，使用者可以在限定的位置，通过操纵轨迹球在数据体积内移动屏幕，即可以沿垂直于截面的轴移动选定的截面图像。

20 在初始状态，体积投影图像 60 为有效显示。根据每次按动用户接口上的光标键将有效显示切换为下一个显示图像。例如，可以将有效显示设定为响应光标键的连续按动从体积投影图像 60、XY 截面图像 62、ZX 截面图像 64 到 ZY 截面图像 66 依次循环。

25 在定位框架上用唯一的颜色，如绿色来表示有效显示。如果体积投影图像有效，于是定位框架 56 的线框将变绿。在初始状态，体积投影是有效的。如果按动了光标键，线框颜色由绿色变为重叠在体积投影图像 60 上的图像轮廓线 80 的颜色，而定位框架上的相应的截面图形 74、76 或 78 的颜色分别与相应的方框 68、70 或 72 一样变为绿色。这样，总是由同样的颜色来表示有效显示，选择该颜色是为了与正交截面显示模式中使用的其它颜色不同。

30 在图 9 的流程图中描述了上述算法。在步骤 118 正交截面显示模式初始化之后，在步骤 120，主机判断是否移动了轨迹球（或其它接口设备）。如果移动了轨迹球，于是在步骤 122 更新有效显示。在更

新了有效显示之后，在步骤 124，主机判断是否按动了光标键。主机还根据步骤 120 作出的没有移动轨迹球的判断实施步骤 124。

5 如果按动了在用户接口上的光标键，于是在步骤 126 将有效显示切换到所设定序列中的下一个显示图像。另外，通过将表示新的有效显示图像的线变成绿色来更新定位框架，并且将不再是有效显示的图像的颜色由绿色改回它本来的颜色。在切换了有效显示之后，在步骤 128，主机判断是否按动了模式键。主机还根据步骤 124 作出的光标键没有按动的判断实施步骤 128。

10 如果，在步骤 128，判断按动了模式键，主机返回到步骤 120 并且再次判断是否移动了轨迹球。重复包括步骤 120、122、124、126 和 128 的序列，直到主机判断按动了模式键为止，在步骤 130 程序在该点退出正交截面显示模式并进入设定的模式序列中的下一个 3D 模式。

15 虽然仅描述了本发明的某些特征，但是本领域的技术人员可以进行修改和改变。可以理解，所附的权利要求旨在将所有这些修改和改变包括在本发明的实际精神范围内。

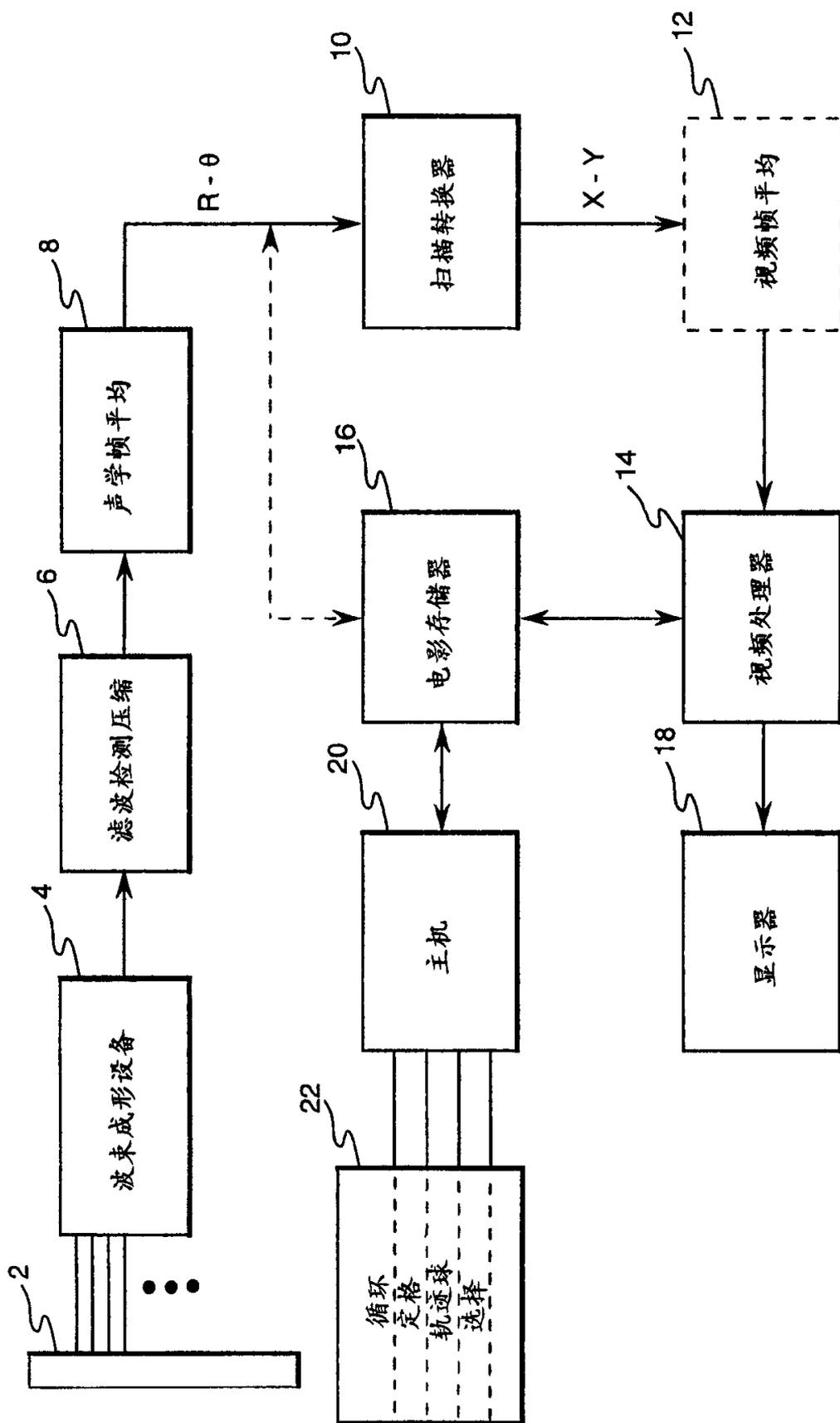


图 1

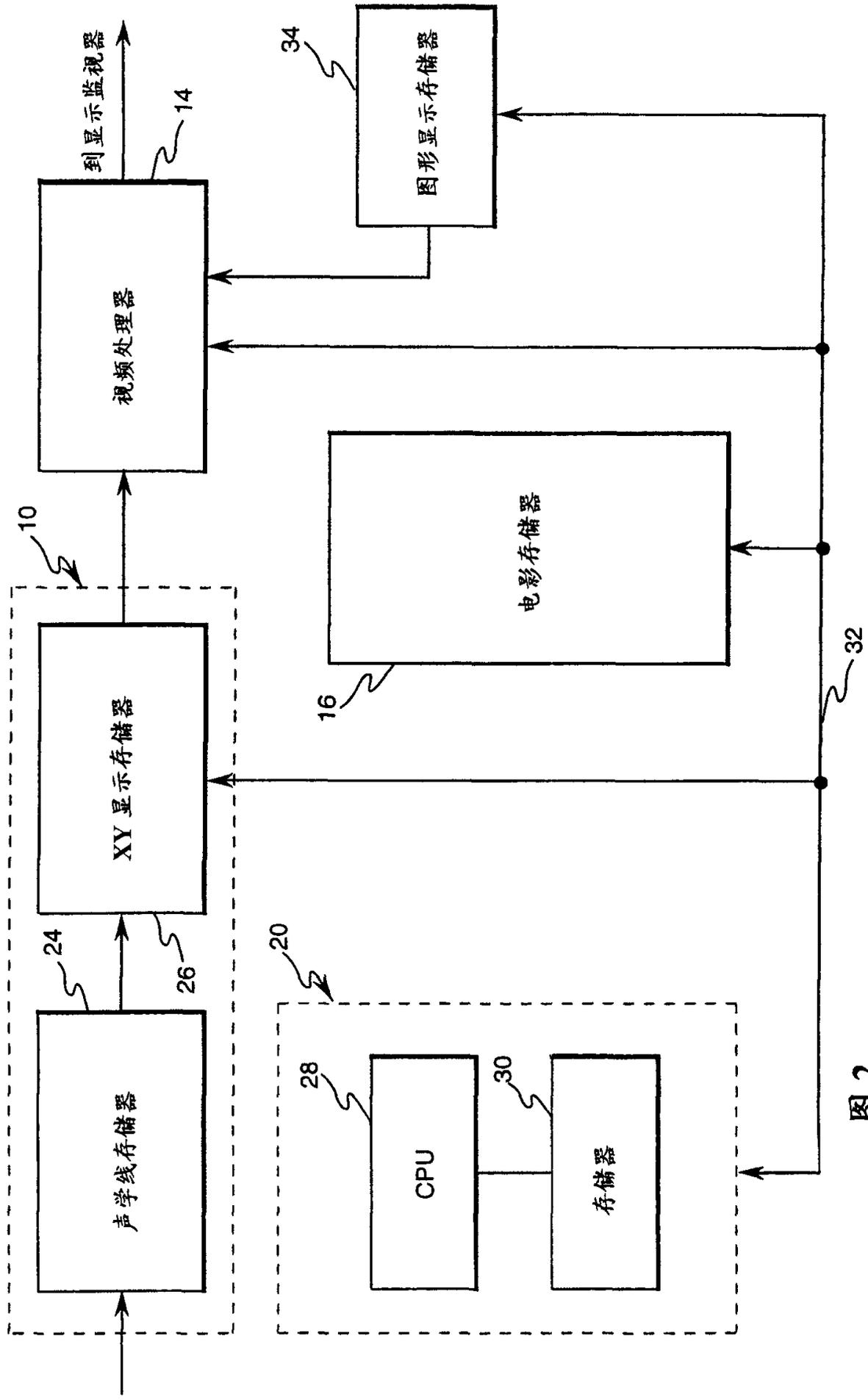


图 2

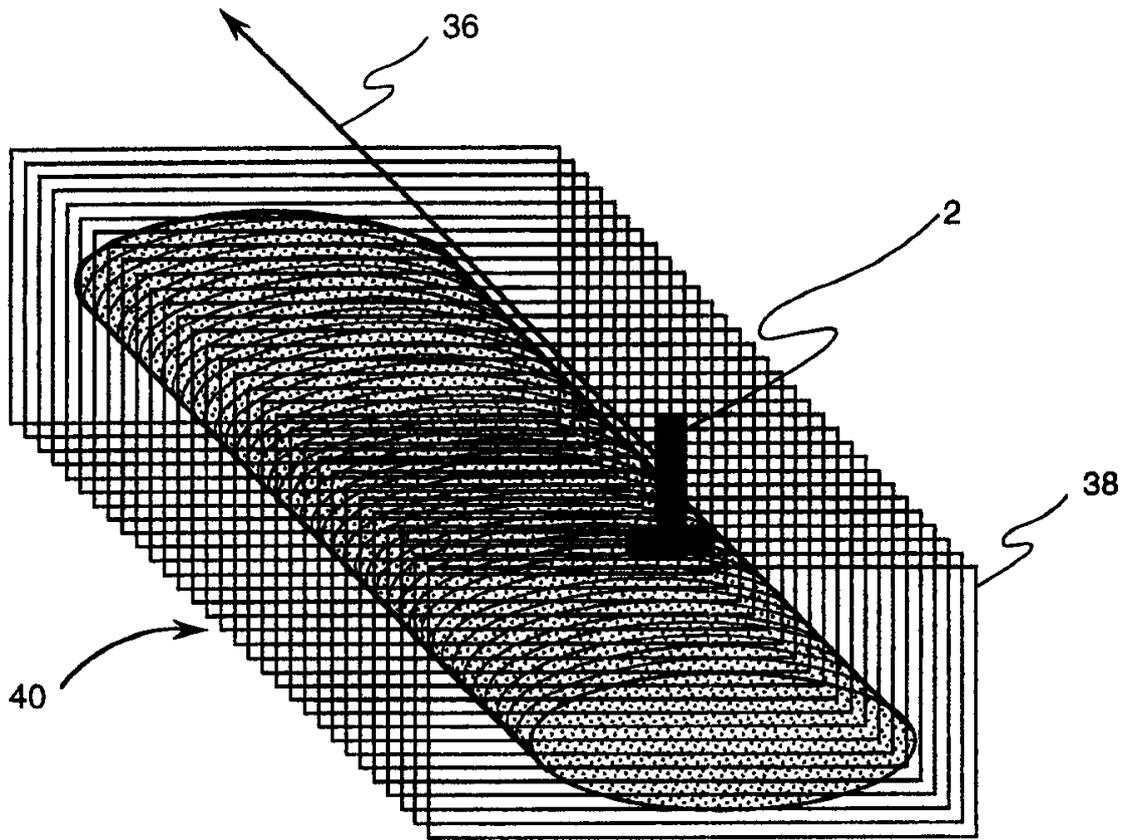


图 3

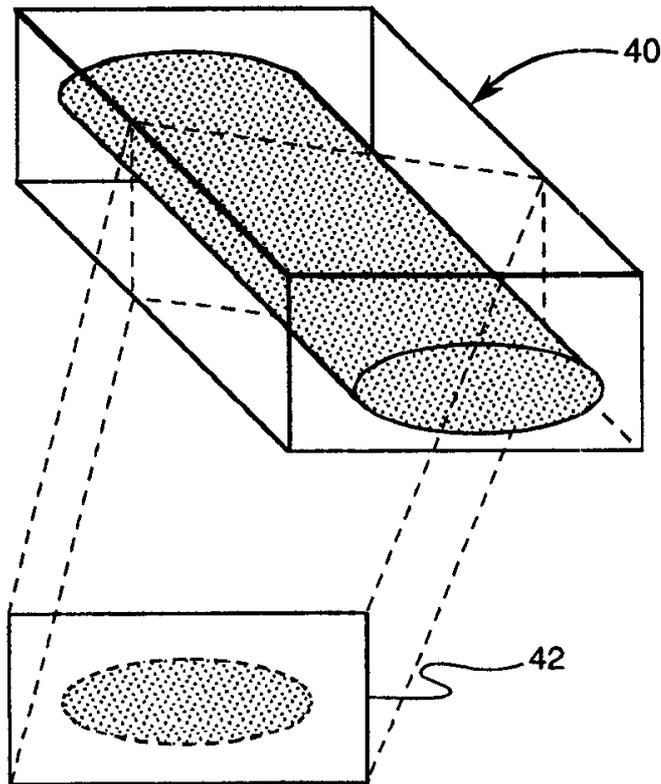


图 4

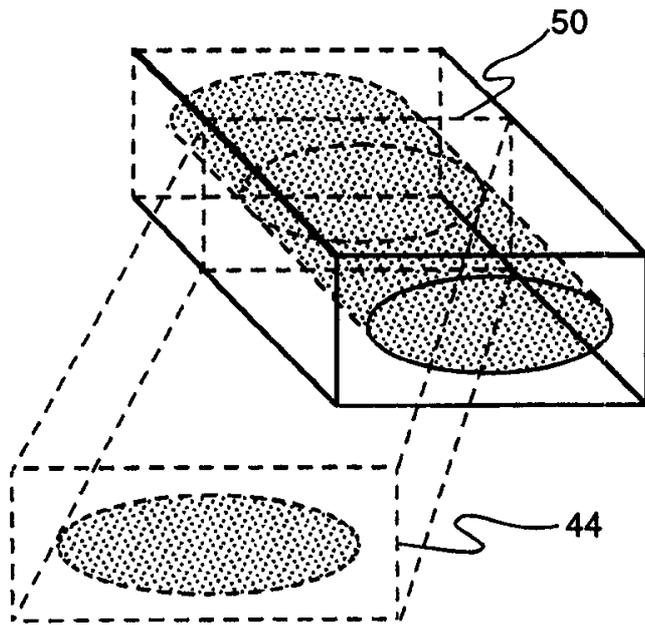


图 5

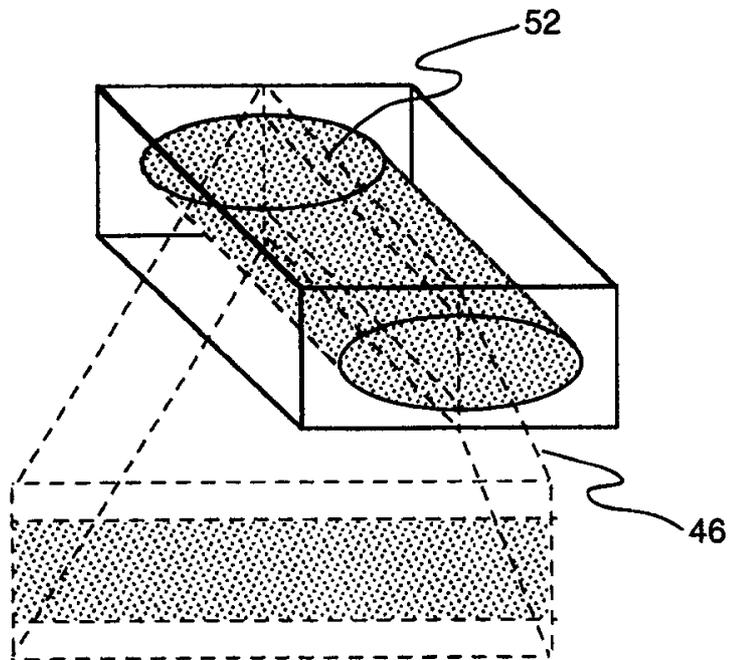


图 6

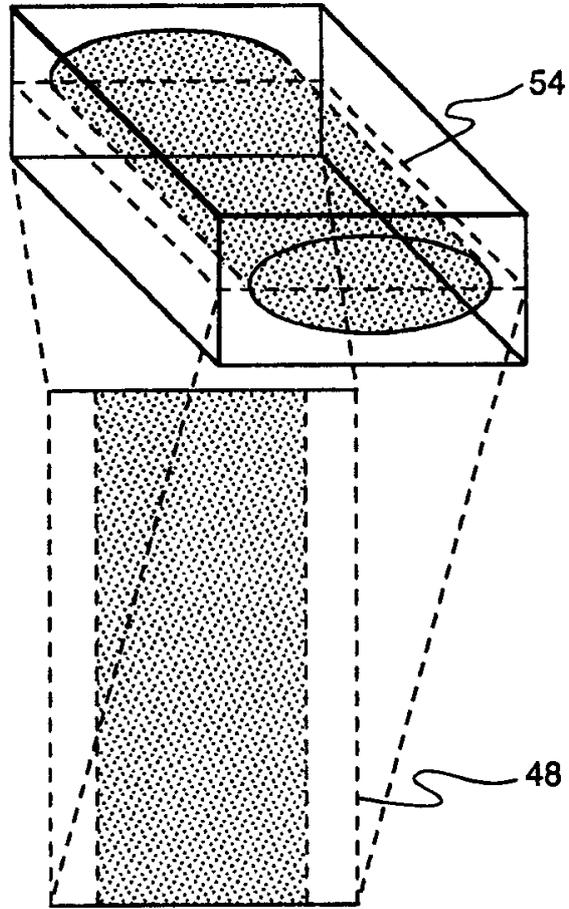


图 7

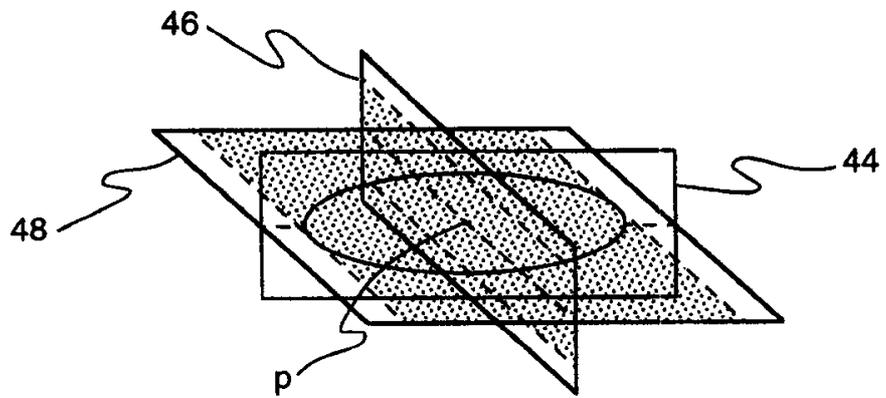


图 8

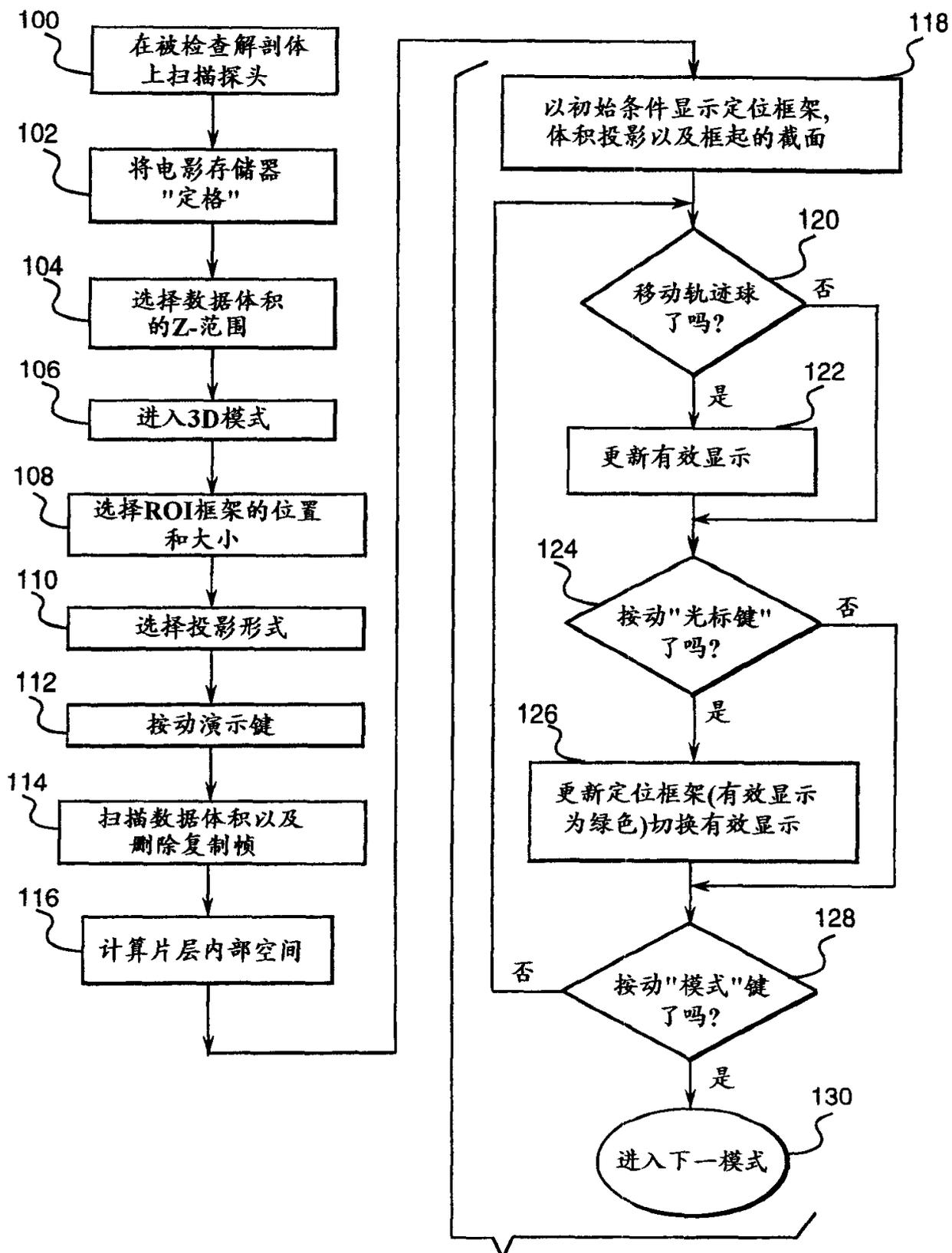


图 9

正交截面模式

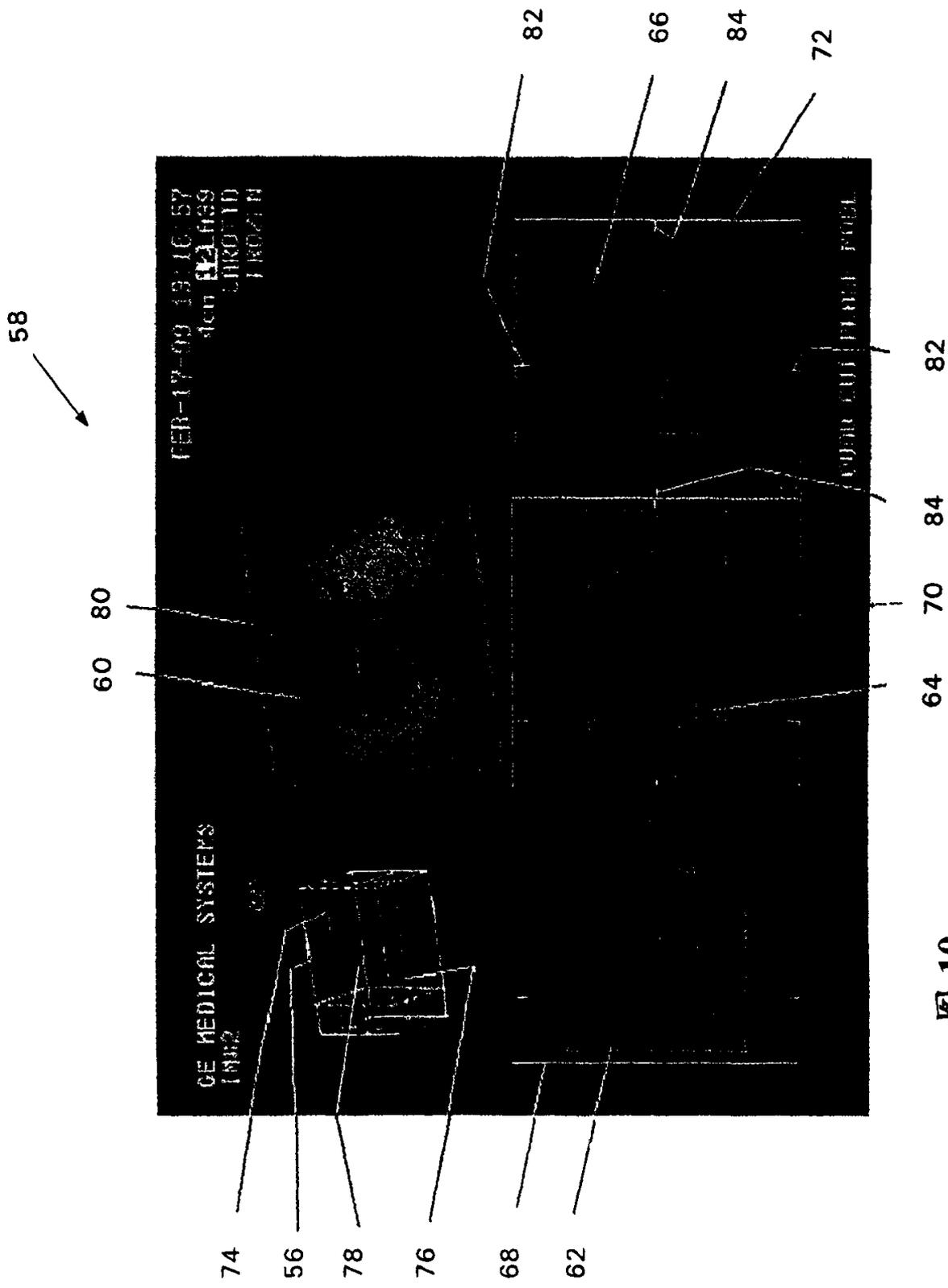


图 10

