



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510051601.6

[45] 授权公告日 2008年7月9日

[11] 授权公告号 CN 100399999C

[22] 申请日 2005.2.16

[21] 申请号 200510051601.6

[30] 优先权

[32] 2004.2.16 [33] JP [31] 2004-037577

[73] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

共同专利权人 东芝医疗系统株式会社

[72] 发明人 椋本豪

[56] 参考文献

US5371778A 1994.12.6

US4835688A 1989.5.30

US6196715B1 2001.3.6

审查员 冷玉珊

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 王以平

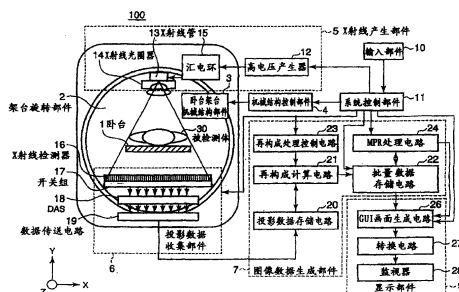
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

[54] 发明名称

X射线计算机断层摄影装置和图像处理装置

[57] 摘要

本发明的X射线计算机断层摄影装置具备：用X射线扫描被检测体的3维区域的扫描机架(100)；存储通过扫描收集到的投影数据的存储电路(20)；根据上述存储的投影数据，产生与3维区域对应的批量数据的再构成计算电路(21)；根据批量数据，产生与3个方位的断面有关的断面图像数据的MPR处理电路(24)；将断面图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件(9)；对上述图形要素进行操作的操作部件(10)；根据存储的投影数据，再构成与用图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成计算电路(21)。



1. 一种 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于包括：
 - 用 X 射线进行扫描而收集被检测体的 3 维区域的投影数据的投影数据收集部件；
 - 存储上述收集到的投影数据的投影数据存储电路；
 - 与从再构成处理控制部件提供的再构成条件对应地，根据上述存储的投影数据，产生与上述 3 维区域对应的批量数据的再构成计算部件；
 - 存储上述生成的批量数据的批量数据存储部件；
 - 通过上述存储的批量数据的断面变换处理，至少产生与 3 个方位的断面有关的 CT 图像的 CT 图像产生部件；
 - 将上述产生的 CT 图像与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；
 - 对上述图形要素进行的操作的操作部件；
 - 与由上述图形要素表示的上述再构成范围对应地，根据上述存储的投影数据，再构成分辨率比在上述扫描时设置的再构成条件的图像高的 CT 图像数据的再构成部件。
2. 根据权利要求 1 所述的 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于：上述各个断面图像显示出与其他 2 个方位的断面对应的断面线。
3. 根据权利要求 2 所述的 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于：通过上述断面线的移动，移动操作上述各个断面的位置。
4. 根据权利要求 1 所述的 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于：上述操作部件包含转轮鼠标，通过上述转轮鼠标的轮子的旋转操作，移动操作上述各个断面的位置。
5. 根据权利要求 1 所述的 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于：上述 3 个方位的断面被设置为轴向、前面、径向。
6. 根据权利要求 1 所述的 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于：从上述存储的批量数据产生与上述 3 个方位的断面有关的断面

图像和与倾斜断面有关的断面图像。

7. 根据权利要求1所述的X射线计算机断层摄影装置,其特征
在于:上述图形要素具有矩形形状。

8. 根据权利要求1所述的X射线计算机断层摄影装置,其特征
在于:上述再构成部件通过放大再构成,生成与用上述图形要素表示
的再构成范围对应的断层图像数据。

9. 根据权利要求1所述的X射线计算机断层摄影装置,其特征
在于:与上述批量数据的再构成条件独立地设置上述断层图像数据的
再构成条件。

10. 根据权利要求1所述的X射线计算机断层摄影装置,其特征
在于:上述断层图像数据的再构成条件与上述批量数据的再构成条件
不同。

11. 根据权利要求1所述的X射线计算机断层摄影装置,其特征
在于:上述显示部件同时显示上述断面图像数据和表示上述扫描的3
维区域的其他图形要素。

12. 一种X射线计算机断层摄影装置,其特征包括:
用X射线扫描被检测体的3维区域的扫描部件;
存储通过上述扫描收集到的投影数据的存储部件;
将与上述3维区域对应的至少3方位的图像数据与表示再构成范
围的图形要素一起进行显示的显示部件;
对上述图形要素进行操作的操作部件;
根据上述存储的投影数据,再构成与用上述图形要素表示的再构
成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

13. 一种X射线计算机断层摄影装置,其特征包括:
用X射线扫描被检测体的3维区域的扫描部件;
存储通过上述扫描收集到的投影数据的存储部件;
将与上述被检测体有关的扫描图像与表示再构成范围的图形要
素一起进行显示的显示部件;
对上述图形要素进行操作的操作部件;

根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

14. 一种图像处理装置，其特征在于包括：

存储与被检测体的3维区域有关的投影数据的存储部件；

根据上述存储的投影数据，产生与上述3维区域对应的批量数据的批量数据产生部件；

根据上述批量数据，至少产生与3方位的断面有关的断面图像数据的断面图像数据产生部件；

将上述断面图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；

对上述图形要素进行操作的操作部件；

根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

15. 一种图像处理装置，其特征在于包括：

存储与被检测体的3维区域有关的投影数据的存储部件；

将与上述3维区域对应的至少3方位的图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；

对上述图形要素进行操作的操作部件；

根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

16. 一种图像处理装置，其特征在于包括：

存储与被检测体的3维区域有关的投影数据的存储部件；

将与上述被检测体有关的扫描图像与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；

对上述图形要素进行操作的操作部件；

根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

X射线计算机断层摄影装置 和图像处理装置

技术领域

本发明涉及根据用 X 射线扫描被检测体取得的投影数据,产生断层图像数据的 X 射线计算机断层摄影装置和图像处理装置。

背景技术

在近年的 X 射线计算机断层摄影装置中,伴随着螺旋形扫描或 X 射线检测器的多列化的批量扫描(Volume Scan,也称为锥形射束(cone beam)扫描)正在实用化,能够在短时间内收集广范围的数据。在这种状况下,可以考虑以下用法:不如现有技术那样在与事先设置的再构成范围对应的扫描范围内进行扫描动作,而在扫描动作后设置再构成条件或再构成范围来再构成图像。这样,再扫描动作后设置再构成条件和再构成范围并再构成图像的处理与在事先设置的再构成条件和再构成范围内进行扫描动作之后及时地再构成图像的处理区别地被称为分批(batch)再构成处理。在分批再构成处理中,为了设置再构成范围,而如图 8 所示,将轴向(axial)像和扫描图像一起显示。在扫描图像上指定体轴方向的范围,在轴向像上指定与体轴垂直的 2 个方向的范围。

扫描图像由于是投影图像,并且分辨率低,所以难以看清组织结构。因此,为了最终决定体轴方向的范围,要通过轴向像进行确认。操作者一边对轴向像进行翻页,即一边沿着体轴移动轴向像的断面位置,一边在轴向像上详细地确认组织结构,并最终决定体轴方向的范围。在该方法中,操作性非常差,再构成范围的设置很麻烦。

发明内容

本发明的目的在于：在 X 射线计算机断层摄影装置和图像处理装置中，提高分批再构成处理的再构成范围设置的操作性。

本发明的第 1 方面是一种 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于包括：用 X 射线进行扫描而收集被检测体的 3 维区域的投影数据的投影数据收集部件；存储上述收集到的投影数据的投影数据存储电路；与从再构成处理控制部件提供的再构成条件对应地，根据上述存储的投影数据，产生与上述 3 维区域对应的批量（Volume）数据的再构成计算部件；存储上述生成的批量数据的批量数据存储部件；通过上述存储的批量数据的断面变换处理，至少产生与 3 个方位的断面有关的 CT 图像的 CT 图像产生部件；将上述产生的 CT 图像与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；与由上述图形要素表示的上述再构成范围对应地，根据上述存储的投影数据，再构成分辨率比在上述扫描时设置的再构成条件的图像高的 CT 图像数据的再构成部件。

本发明的第 2 方面是一种 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于包括：用 X 射线扫描被检测体的 3 维区域的扫描部件；存储通过上述扫描收集到的投影数据的存储部件；将与上述 3 维区域对应的至少 3 方位的图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

本发明的第 3 方面是一种 X 射线计算机断层摄影装置，其特征在于包括：用 X 射线扫描被检测体的 3 维区域的扫描部件；存储通过上述扫描收集到的投影数据的存储部件；将与上述被检测体有关的扫描图像与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

本发明的第 4 方面是一种图像处理装置，其特征在于包括：存储与被检测体的 3 维区域有关的投影数据的存储部件；根据上述存储的投影数据产生与上述 3 维区域对应的批量数据的批量数据产生部件；根据上述批量数据，至少产生与 3 方位的断面有关的断面图像数据的

断面图像数据产生部件；将上述断面图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

本发明的第5方面是一种图像处理装置，其特征在于包括：存储与被检测体的3维区域有关的投影数据的存储部件；将与上述3维区域对应的至少3方位的图像数据与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

本发明的第6方面是一种图像处理装置，其特征在于包括：存储与被检测体的3维区域有关的投影数据的存储部件；将与上述被检测体有关的扫描图像与表示再构成范围的图形要素一起进行显示的显示部件；对上述图形要素进行操作的操作部件；根据上述存储的投影数据，再构成与用上述图形要素表示的再构成范围对应的断层图像数据的再构成部件。

将通过以下的具体说明、实施例解释本发明的其他特征和优点。但本发明并不限于此，可以通过对实施例的变更以及组合来实现。

附图说明

图1是展示本发明的实施例的X射线计算机断层摄影装置的结构图。

图2是展示实施例的从扫描到放大再构成（zooming reconstruction）处理结束为止的处理的流程的流程图。

图3是展示图2的S3的处理概要的图。

图4是展示图2的S3的详细处理的流程的流程图。

图5是展示图4的S12的显示画面例子的图。

图6是展示图4的S17的显示画面例子的图。

图7是展示图4的S12的其它显示画面例子的图。

图 8 是展示现有的放大再构成范围设置的处理概要的图。

具体实施方式

以下,通过实施例说明本发明的图像处理装置和包含它的 X 射线计算机断层摄影装置。如众所周知的那样, X 射线计算机断层摄影装置具有:使 X 射线管和 X 射线检测器系统一体地在被检测体的周围旋转的旋转/旋转类型;将成组的许多检测元件固定为环状,只有 X 射线管在被检测体周围旋转的固定/旋转类型等各种类型,任意一种类型都能够适用于本发明。在此,说明现在占主流的旋转/旋转类型。另外,不只是成对地安装了 X 射线管和检测器系统的现在主流的一管球系统,本发明还可以适用于近年来正在进行实用化开发的装备多个,例如 3 对的 X 射线管球和检测器系统的多管球系统,但在以下,为了方便而说明一管球系统。进而,在再构成 1 张断层图像中,需要被检测体周围一周约 360 度的投影数据,另外在半扫描 (half scan) 法中需要 $180 \text{度} + \Phi(\text{fan})$ 角的投影数据,本发明可以适用于任意一种方式,但在此说明一般的前者的根据约 360 度投影数据组再构成 1 张断层图像。

另外,在此说明批量数据。将批量数据定义为表示与被检测体的 3 维区域对应的 CT 值的 3 维分布的数据组,实际上,用收集为作为具有 CT 值的多个像素的集合体的断层图像的多个切片 (slice) 的多切片形式,或者作为具有 CT 值的多个像素集合体的图像块 (Boxcell) 的集合体的图像块形式表示。作为用来得到批量数据的扫描,采用螺旋扫描方式或锥形射束扫描方式。如众所周知的那样,螺旋扫描方式是一边使 X 射线管和 X 射线检测器在被检测体周围连续旋转,一边以固定速度沿其旋转轴移动安放被检测体的顶板一边循环进行数据收集的方式,另外,锥形射束扫描方式是以下方式:通过采用也被称为面检测器、2 维阵列检测器或多列检测器的、将例如 30cm 宽度的多个检测元件列排列在切片方向 (与旋转轴平行) 上的 X 射线检测器和产生角锥形的 X 射线的锥形射束 X 射线管,在顶板停止的状态下收集 3 维

区域的数据。

在图 1 中，通过框图展示了本实施例的计算机断层摄影装置的结构。扫描机架 100（例如与“扫描部件”对应）具有通过卧台架台机械结构部件 3 被保持为能够旋转的圆环状的架台旋转部件 2。由机械结构控制部件 4 控制基于卧台架台机械结构部件 3 的架台旋转部件 2 的旋转。机械结构控制部件 4 基于系统控制部件 11 的控制之下。

X 射线管 13 和 X 射线检测器 16 夹着旋转中心轴相对地安装在架台旋转部件 2 上。在旋转中心轴的附近配置装载在卧台 1 上的被检测体 30。X 射线管 13 从高电压产生器 12 经由汇电环 15 被施加高电压，通过提供灯丝电流，而产生 X 射线。为了将 X 射线整形为角锥形，在 X 射线管 13 的 X 射线发射窗上安装 X 射线光圈器 14。X 射线管 13、高电压产生器 12、汇电环 15 和 X 射线光圈器 14 构成 X 射线产生部件 5。

X 射线检测器 16 具有用来将透过被检测体 30 的 X 射线转换为与其强度对应的数目的电荷的 1 维或 2 维排列的多个检测元件。1 个或者规定个数的检测元件构成电分离的 1 个信道。在此，为了简化说明，而说明 1 个检测元件构成 1 个信道的情况。X 射线检测器 16 经由开关组 17 与数据收集系统（DAS: Data Acquisition System）18 连接。在数据收集系统 18 中，针对每个信道设置：将 X 射线检测器 16 的电流信号转换为电压的 I-V 转换器；与 X 射线辐射周期同步地周期地对该电压信号进行积分的积分器；对该积分器的输出信号进行放大的放大器；将该预放大器的输出信号转换为数字信号的模拟数据转换器。从数据收集系统 18 输出的数据（投影数据）经由利用了光或磁的非接触型数据传送电路 19 被发送到图像数据生成部件 7。X 射线检测器 16、开关组 17、数据收集系统 18 和数据传送电路 19 构成投影数据收集部件 6。投影数据收集部件 6 的投影数据收集动作基于系统控制部件 11 的控制之下。

图像数据生成部件 7 具有存储从投影数据收集部件 6 输出的投影数据的投影数据存储电路 20、再构成计算电路 21、再构成处理控制电

路 23、批量数据存储电路 22、MPR (Multi - Planar Reconstruction: 多平面再构成) 处理电路 24。再构成计算电路 21 (例如与“批量数据产生部件”、“再构成部件”对应) 构成为能够选择锥形射束再构成法、多切片再构成法、放大再构成法。如众所周知的那样, 锥形射束再构成法是对图像块 (Boxcell) 集合体根据锥形角在倾斜的配置上施加逆投影的处理, 另外, 放大再构成法是将再构成范围限定在扫描范围的一部分中再构成高分辨率图像 (高空间分辨率的图像) 的处理。

再构成计算电路 21 根据存储在投影数据存储电路 20 (例如与“存储部件”对应) 的投影数据, 在控制再构成处理控制电路 23 的再构成条件的基础上, 产生批量数据。典型地, 通过在切片方向上对再构成的多切片的断层图像数据进行补插来生成批量数据。再构成条件包含再构成方法、再构成范围、再构成函数、全再构成/半再构成、再构成切片厚度、视线方向、组 (stack) 数、滤波器有无等, 它经由输入部件 10 (例如与“操作部件”对应) 被设置, 从系统控制部件 11 向再构成处理控制电路 23 提供。

批量数据被存储在批量数据存储电路 22 中。MPR 处理电路 24 (例如与“断面图像数据产生部件”对应) 通过 MRP 处理 (断面转换处理), 从存储在批量数据存储电路 22 中的批量数据生成任意断面的断层图像数据。

设置 GUI 画面生成电路 26, 用于根据扫描计划阶段、放大再构成等的分批再构成处理的再构成条件设置阶段等各种阶段, 生成包含各种操作按键和断层图像数据的图形用户界面画面 (GUI 画面)。生成的 GUI 画面通过转换电路 27 被扫描转换, 并显示在监视器 28 (例如与“显示部件”对应) 上。

如图 2 所示, 本实施例的整体动作步骤是: 首先依照在扫描计划时设置的扫描条件, 通过螺旋扫描方式或批量扫描方式 (锥形射束扫描方式), 扫描被检测体 30 的 3 维区域 (S1)。由此, 收集与 3 维区域有关的投影数据组, 并存储在投影数据存储电路 20 中。在扫描结束后, 依照在扫描计划时设置的再构成条件, 及时地根据存储的投影数

据组，通过锥形射束再构成法或多切片再构成法，再构成作为 3 维区域内的 CT 值分布的批量数据 (S2)。批量数据被存储在批量数据存储电路 22 中。典型的是根据摄影部位，在初期设置批量数据的再构成条件。

在 S2 后，在指示了执行与在扫描计划时设置的即时再构成处理的再构成条件不同的再构成条件的分批处理，例如放大再构成处理时，系统控制部件 10 起动用于放大再构成处理的专门系统。在该专门系统的基础上，作为放大再构成处理的一连串流程，依次转移到放大再构成条件设置阶段 (S3)、放大再构成处理阶段 (S4)、放大再构成的高分辨率的断层图像的显示阶段。

在本实施例中，如图 3 所示，其特征在于：为了作为再构成条件设置例如放大再构成范围，而从批量数据生成显示轴向 (axial) 像、前面 (sagittal) 像、径向 (coronal) 像的垂直 3 轴图像，并进一步生成显示倾斜图像 (oblique 像)，并且能够进行任意地移动各图像的断面位置的所谓图像翻页。由此，由于能够一眼看到 3 维信息，所以能够正确、细致并且迅速地设置广范围的放大再构成范围。

在图 4 中，展示了图 2 的 S3 的放大再构成范围设置的处理步骤。在此在经由输入部件 10 作为分批处理请求了放大再构成处理时，系统控制部件 11 首先向 MPR 处理电路 24 发出以下指令：作为初始的在该 3 维区域的中心垂直的 3 方向的断面图像，从与被检测体 30 的 3 维区域对应的批量数据，生成轴向像、前面像、径向像。另外，为了容易区别两者，而将从批量数据生成 (再构成) 的断面的图像称为“断面图像”，将从投影数据再构成的断面的图像称为“断层图像”。MPR 处理电路 24 从批量数据生成与 3 方位的断面有关的断面图像 (S11)。典型的是，与不同的 3 方位的断面有关的断面图像是在该 3 维区域的中心垂直的轴向像、前面像、径向像。断面图像例如具有 512×512 像素大小。

GUI 画面生成电路 26 在系统控制部件 11 的控制下，如图 5 所示，将在 S11 中生成的轴向 (XY 面) 像、前面 (XZ 面) 像、径向 (YZ

面)像生成包含以下部分的 GUI 画面:表示放大再构成范围的图形要素(称为标记)R1、R2、R3;相互表示断面位置的断面线(Inter Section Line) ISL1、ISL2、ISL3;表示收集了投影数据的扫描范围的帧 SR;以及画面右下栏的再构成条件。另外,在 GUI 画面中,如图 7 所示,也可以同时显示在扫描计划时摄影的扫描图像和标记 R2、R3。

在 GUI 画面中,还包含扫描条件(左上栏)、图标组(左下栏)。图标组中包含:用来发出使用通过哪个扫描动作收集的原始数据(或投影数据)进行分批处理(在此为放大再构成处理)的选择指令的“原始数据选择”按键;发出生成和显示与断面线 ISL4 对应的至少在 XYZ 轴的任意一个上倾斜的断面的断面图像(oblique 像)的指令的“倾斜显示”按键;用来选择指示断面线 ISL1~4 的显示/非显示的“Inter Section 显示”按键;用来复位放大再构成范围的“范围复位”按键;使再构成执行开始的“再构成执行”按键。生成的 GUI 画面被显示在监视器 28 上。

为了设置放大再构成范围,通过移动各自对应的断面线 ISL3、ISL2、ISL1,能够移动轴向像、前面像、径向像各自的断面(S13)。通过包含在输入器 10 中的鼠标的轮子旋转操作、断面线 ISL3、ISL2、ISL1 的拖拽(drag and drop)的择一操作,执行断面线 ISL3、ISL2、ISL1 的移动。如果是鼠标的轮子旋转操作,则在移动对象的图像上配置了指针的状态下,旋转操作轮子。

在断面线移动时,由 MPR 处理电路 24 从批量数据生成与通过了移动后的断面线 ISL1、ISL2 或 ISL3 的断面对应的断面图像,并切换显示(S14)。在点击了“倾斜显示”按键时(S15),从批量数据生成与在轴向像、前面像或径向像上任意指定的倾斜断面线 ISL4 的位置和方向对应的倾斜断面的断面图像(S16),如图 6 所示,在右下栏中根据再构成条件切换进行显示(S17)。

操作者操作鼠标,一边移动轴向像、前面像、径向像各自的断面位置,一边在任意的位置和方向上显示倾斜断面图像,一边在断面图像上确认放大再构成的对象部位,对表示放大再构成范围的标记 R1、

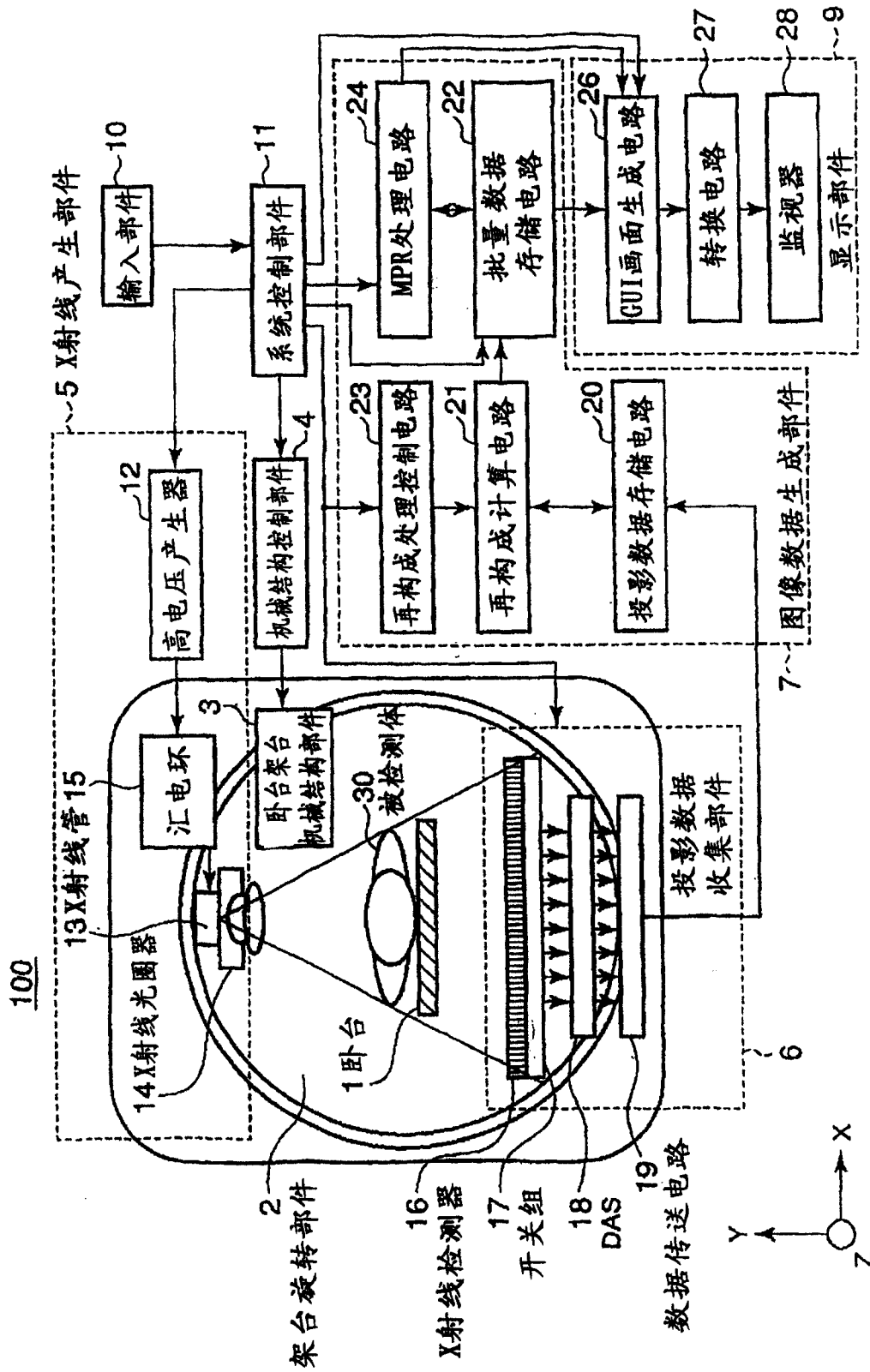
R2、R3 进行放大、缩小、旋转、移动，使得适当地包含该放大再构成的对象部位（S18）。在系统控制部件 11 的控制下，标记 R1、R2、R3 相互关联地放大、缩小、旋转、移动。

另外，操作者操作鼠标，作为放大再构成处理的再构成条件，任意地设置放大再构成范围的再构成函数、全再构成/半再构成的选择、再构成切片厚度、视线方向、组数、滤波器有无等（S19）。放大再构成处理的再构成条件不受批量数据的再构成条件的限制。放大再构成处理的再构成条件可以与批量数据的再构成条件一样，也可以一部分或全部项目不同。

如果设置了放大再构成范围及其再构成条件，则与“再构成执行”按键的点击（S20）呼应地，从系统控制部件 11 向再构成处理控制电路 23 发送设置的放大再构成范围及其再构成条件（S21）。再构成处理控制电路 23 控制再构成计算电路 20，使得根据投影数据存储电路 20 的投影数据，再构成与发送的放大再构成范围及其再构成条件对应的断层图像数据。放大再构成的断层图像具有例如与断面图像一样的 512×512 的像素大小。

另外，在上述中，限定于放大再构成范围中再构成断层图像，但也可以依照 S21 的再构成条件的再构成函数等的特定项目再构成扫描范围的整个区域，生成批量数据，并通过 MPR 从该批量数据生成放大再构成范围的断层图像。

本发明可以有各种其他特征和变形。因此，本发明并不只限于说明书所述的实施例，本发明的技术特征只由权利要求限定。



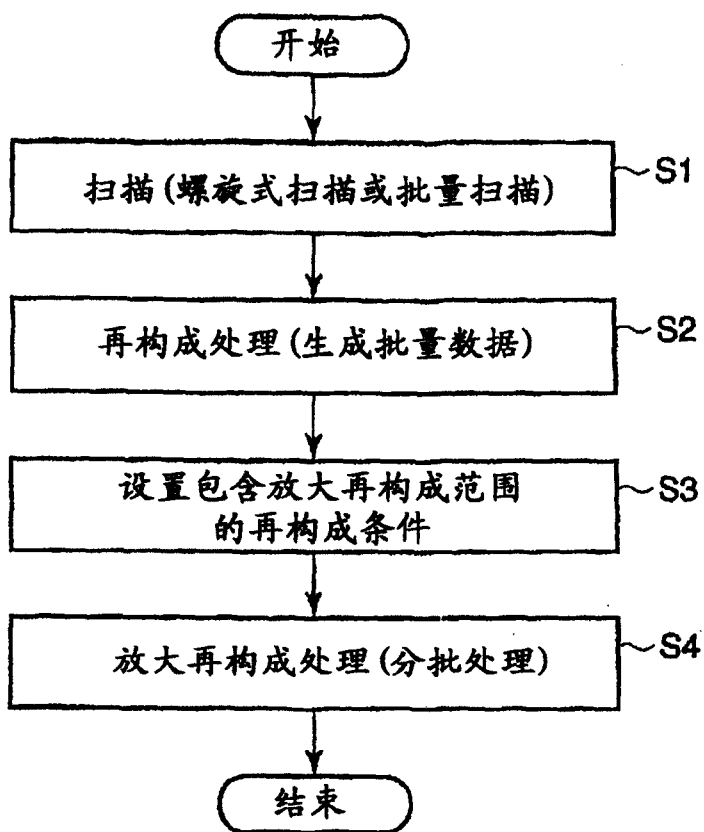


图2

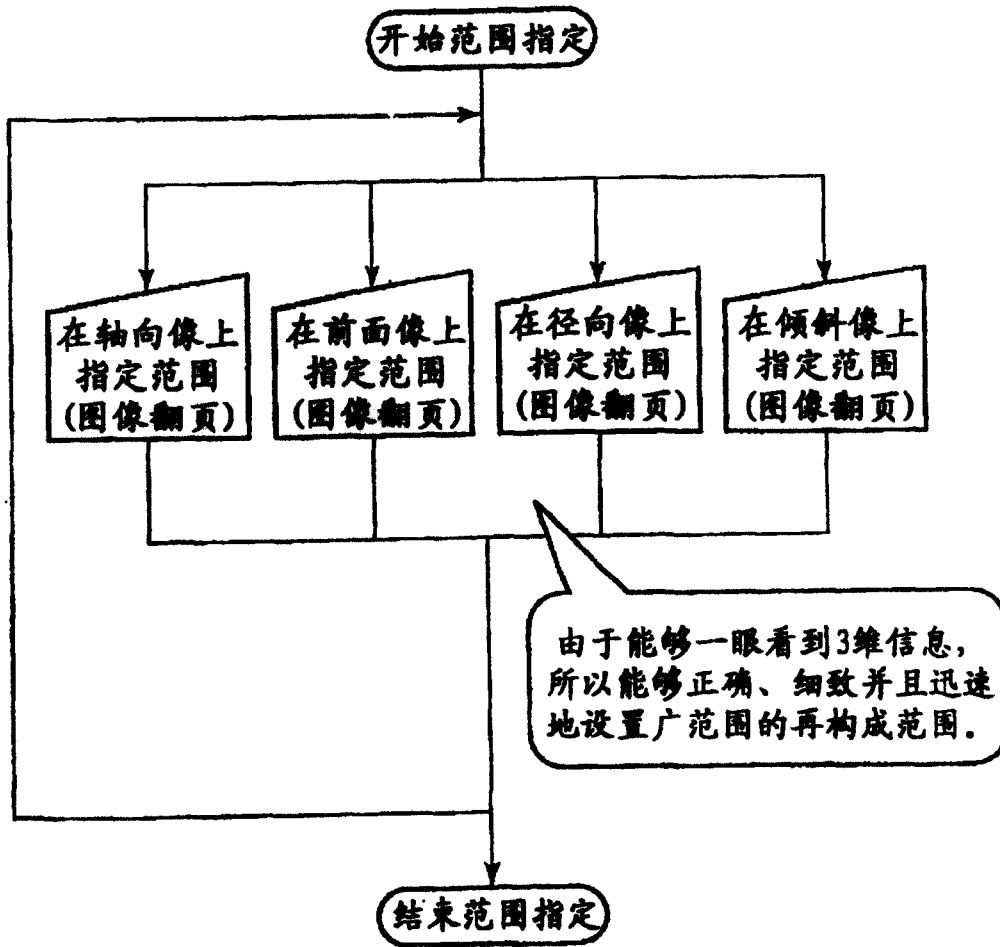


图 3

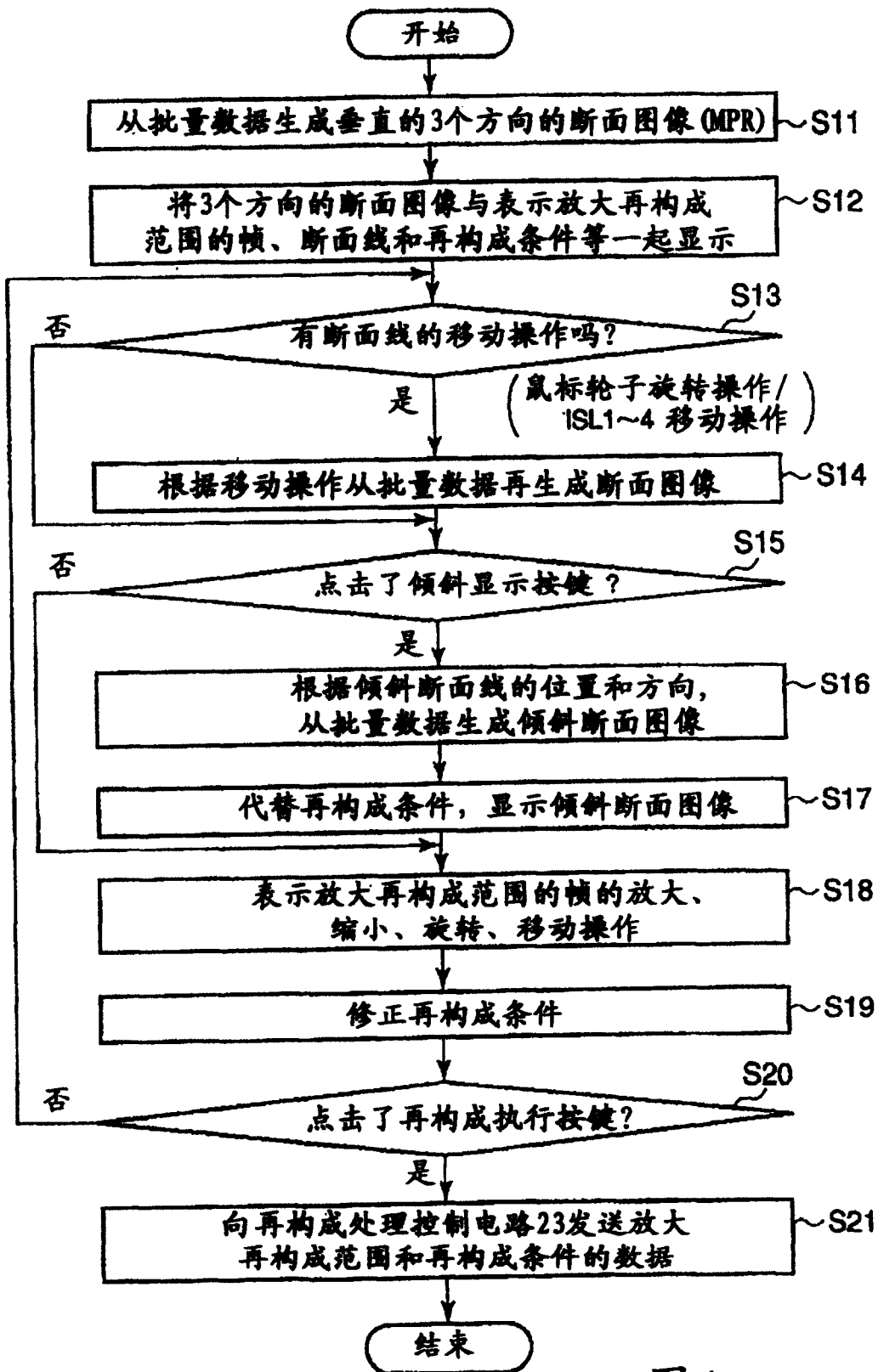


图4

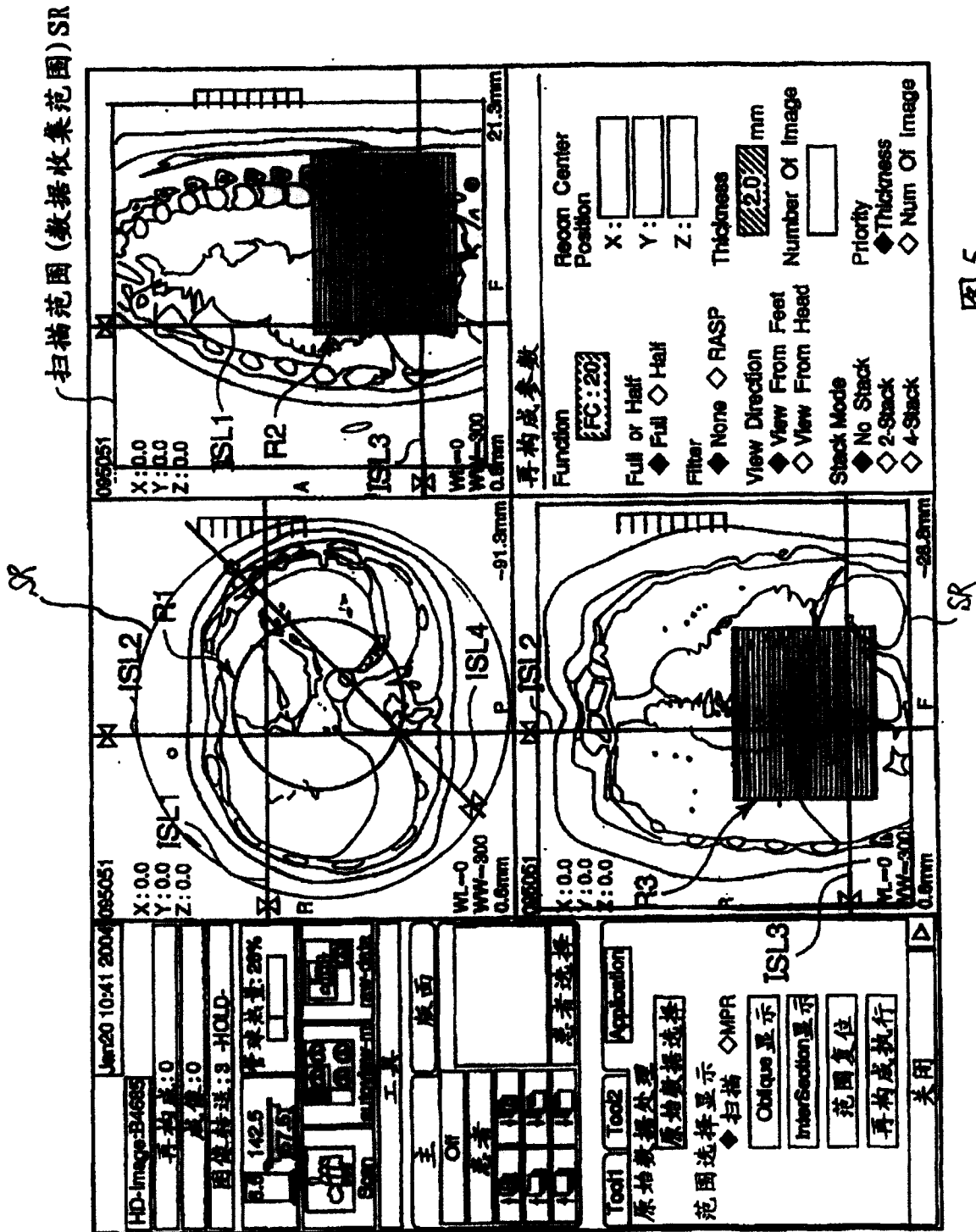


图 5

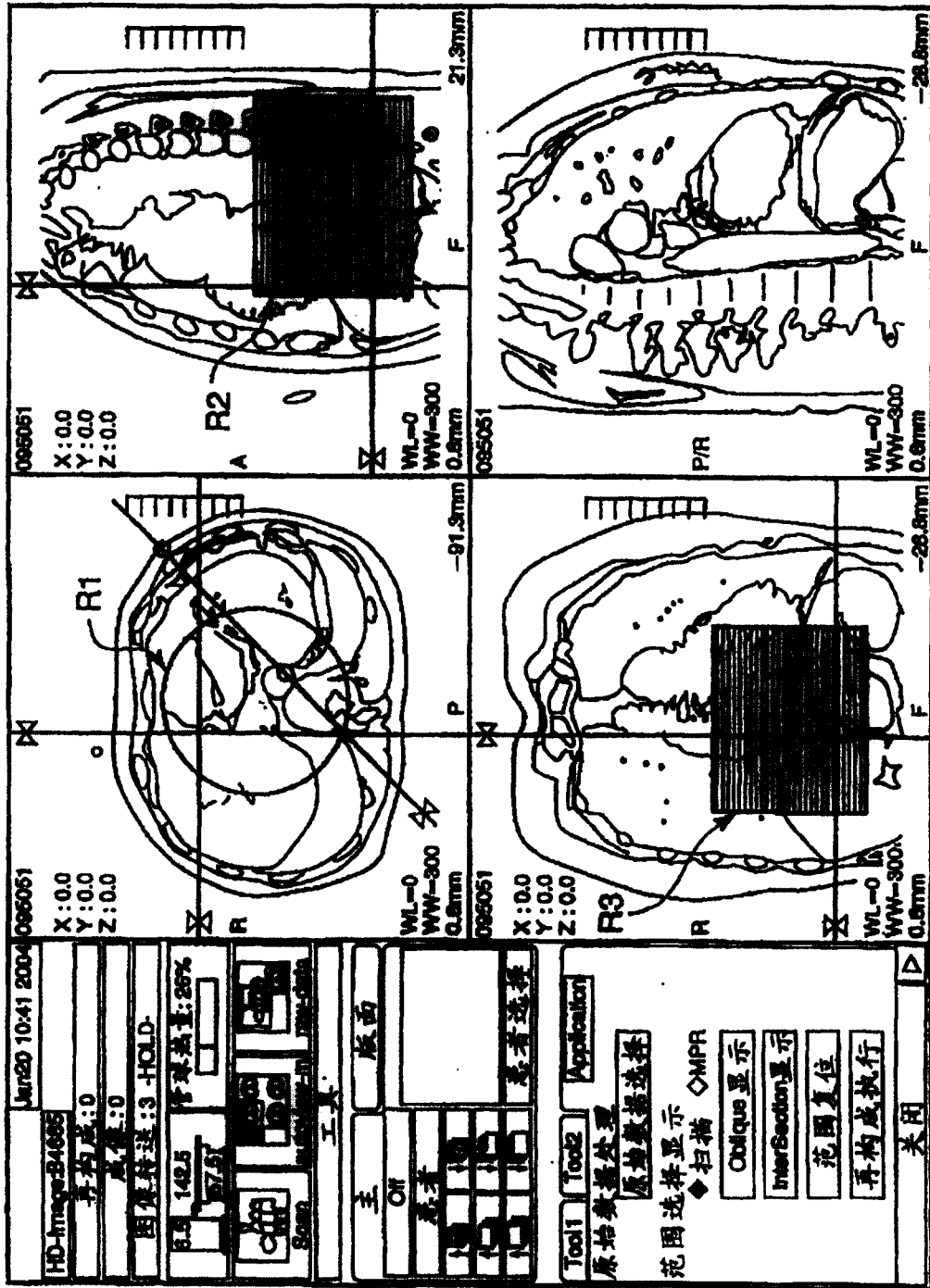


图6

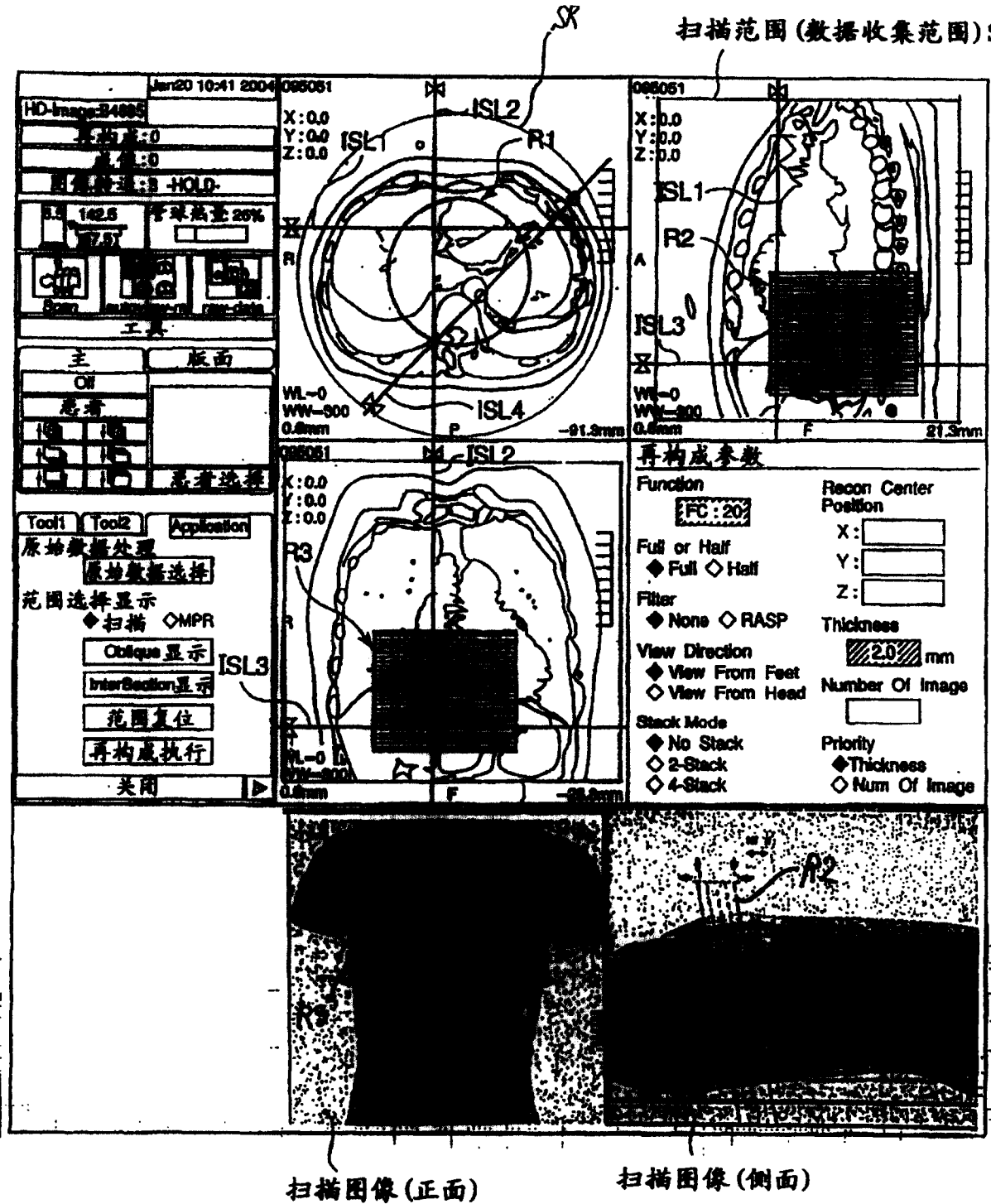


图 7

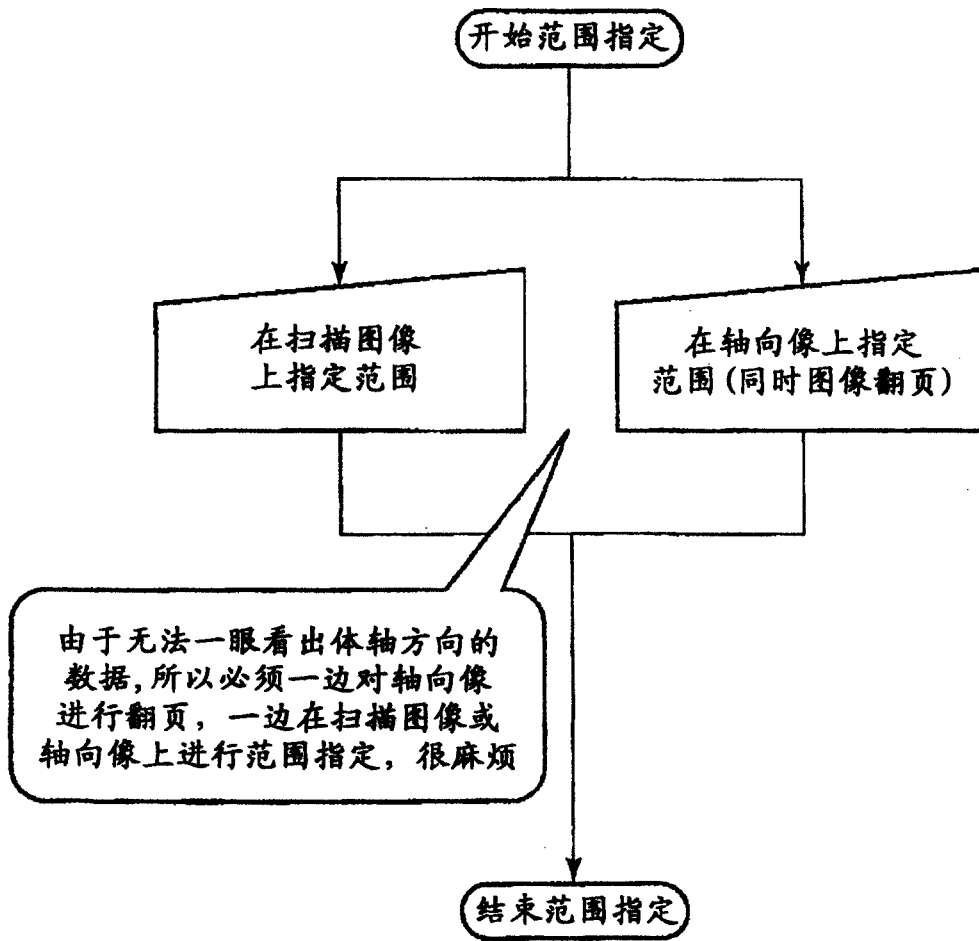


图8