



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109688931 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 12

(21) 申请号 201780043267.0

(22) 申请日 2017.07.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109688931 A

(43) 申请公布日 2019.04.26

(30) 优先权数据
62/361702 2016.07.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/067644 2017.07.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/011321 EN 2018.01.18

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
专利权人 德克萨斯大学系统董事会

(72) 发明人 S·戈特曼 L·戈申
R·E·伦金斯基 M·A·刘易斯
T·C·泽斯比 X·段

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 王英 刘炳胜

(51) Int.Cl.

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/00 (2024.01)

G06T 7/00 (2017.01)

A61B 6/42 (2024.01)

A61B 6/46 (2024.01)

G06V 10/762 (2022.01)

G06V 10/25 (2022.01)

(56) 对比文件

US 2007189443 A1, 2007.08.16

US 2010128844 A1, 2010.05.27

US 2012106816 A1, 2012.05.03

CN 104700390 A, 2015.06.10

JP 2011110245 A, 2011.06.09

CN 105559813 A, 2016.05.11

CN 101495039 A, 2009.07.29

CN 102076263 A, 2011.05.25

WO 2016059527 A2, 2016.04.21

US 2010328313 A1, 2010.12.30

CN 101166469 A, 2008.04.23

审查员 李陆美

权利要求书2页 说明书9页 附图14页

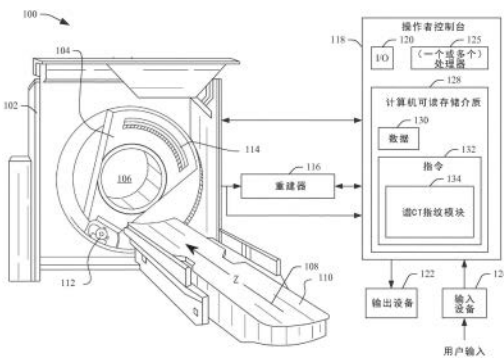
(54) 发明名称

谱计算机断层扫描指纹识别

(57) 摘要

一种方法包括生成对象的谱投影数据,所述谱投影数据至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中,所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的。所述方法还包括根据谱投影数据的组合来构建图像,并针对5能量范围并且根据谱投影数据来构建基础图像的集合。所述方法还包括从所述基础图像的集合构建多维直方图,其中,所述多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于

第二基础分量,并且所述多维直方图包括聚类的集合,针对在谱投影数据中表示的每种材料10包括一个聚类。所述方法还包括在视觉上同时呈现所述图像和所述多维直方图。



1. 一种方法, 包括:

利用成像系统生成对象的谱投影数据, 所述谱投影数据至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据, 其中, 所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的;

根据所述谱投影数据的组合来构建图像;

针对所述能量范围并且根据所述谱投影数据来构建基础图像的集合;

根据所述基础图像的集合构建多维直方图, 其中, 所述多维直方图包括至少两个轴, 第一个轴对应于第一基础分量, 并且第二个轴对应于第二基础分量, 并且所述多维直方图包括聚类的集合, 针对在谱投影数据中表示的每种材料所述聚类的集合包括一个聚类; 并且

在视觉上同时显示所述图像和所述多维直方图;

将所显示的多维直方图与针对已知正常组织的多维直方图和/或针对已知异常组织的多维直方图进行比较; 并且

根据比较结果, 确定所显示的多维直方图中存在异常。

2. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:

接收输入, 所述输入识别针对所述多维直方图中的聚类的感兴趣区域; 并且

更新所显示的图像以突出显示所述图像中的与所述多维直方图中的识别出的感兴趣区域中的材料相对应的一组像素或体素。

3. 根据权利要求1或2所述的方法, 还包括:

接收识别所述图像中的感兴趣区域的输入; 并且

更新所显示的多维直方图以突出显示所述聚类的集合中的与所述图像中的识别出的感兴趣区域中的材料相对应的聚类。

4. 一种系统 (100), 包括

存储器 (128), 其存储指令 (132), 所述存储器包括谱CT指纹模块 (134); 以及

处理器, 其被配置为至少执行与所述谱CT指纹模块相对应的指令, 其使得所述处理器:

生成对象的谱投影数据, 所述谱投影数据至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据, 其中, 所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的;

根据所述谱投影数据的组合来构建图像; 针对所述能量范围并且根据所述谱投影数据来构建基础图像的集合;

根据所述基础图像的集合构建多维直方图, 其中, 所述多维直方图包括至少两个轴, 第一个轴对应于第一基础分量, 并且第二个轴对应于第二基础分量, 并且所述多维直方图包括聚类的集合, 针对在谱投影数据中表示的每种材料所述聚类的集合包括一个聚类; 并且

在视觉上同时显示所述图像和所述多维直方图;

将所显示的多维直方图与针对已知正常组织的多维直方图和/或针对已知异常组织的多维直方图进行比较; 并且

根据比较结果, 确定所显示的多维直方图中存在异常。

5. 根据权利要求4所述的系统, 其中, 所述处理器: 接收输入, 所述输入识别针对所述多维直方图中的聚类的感兴趣区域; 并且更新显示的图像以突出显示所述图像中的与所述多维直方图中的识别出的感兴趣区域中的材料相对应的一组像素或体素。

6. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述处理器:接收输入,所述输入识别所述图像中的感兴趣区域;并且更新所显示的多维直方图以突出显示所述聚类的集合中的与所述图像中的识别出的感兴趣区域中的材料相对应的聚类。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述处理器:将突出显示的所述多维直方图与针对不同材料的多维直方图的库进行比较;将突出显示的所述聚类与来自所述库的多维直方图中的聚类进行匹配;并且基于所述多维直方图来识别与匹配的聚类相对应的所述材料的类型。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述处理器:创建针对材料类型的材料分解;并且使用所述材料分解来构建所述材料类型的谱图像。

9. 根据权利要求4至8中的任一项所述的系统,其中,所述处理器:将所显示的多维直方图与针对已知正常组织的多维直方图进行比较;并且响应于所显示的多维直方图中的聚类在针对已知正常组织的所述多维直方图中不存在而识别所显示的多维直方图中存在异常。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述处理器通过将所述聚类与所述多维直方图中对应于所述已知异常组织的聚类进行匹配来识别所述已知异常组织的存在。

11. 根据权利要求4至8中的任一项所述的系统,其中,所述处理器响应于所显示的多维直方图中的聚类在针对已知正常组织的所述多维直方图中不存在而识别在所显示的多维直方图中存在所述已知异常组织。

12. 根据权利要求4至8中的任一项所述的系统,其中,所述处理器识别所显示的多维直方图中的在针对已知正常组织的所述多维直方图中不存在的聚类。

13. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述处理器通过将所述聚类与来自多维直方图的库中的直方图的一个中的聚类进行匹配来识别由所述聚类表示的材料类型。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述聚类对应于已知材料,并且所述处理器将所述聚类标记为表示所述已知材料并且将显示的多维直方图保存到库中。

15. 一种编码有计算机可执行指令的计算机可读介质,所述计算机可读指令在由计算机的处理器运行时,使所述处理器:

生成对象的谱投影数据,所述谱投影数据至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中,所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的;

根据所述谱投影数据的组合来构建图像;

针对所述能量范围并且根据所述谱投影数据来构建基础图像的集合;

根据所述基础图像的集合构建多维直方图,其中,所述多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于第二基础分量,并且所述多维直方图包括聚类的集合,针对在谱投影数据中表示的每种材料所述聚类的集合包括一个聚类;并且

在视觉上同时显示所述图像和所述多维直方图;

将所显示的多维直方图与针对已知正常组织的多维直方图和/或针对已知异常组织的多维直方图进行比较;并且

根据比较结果,确定所显示的多维直方图中存在异常。

谱计算机断层扫描指纹识别

技术领域

[0001] 以下总体涉及谱成像,更具体地涉及谱计算机断层摄影(CT)指纹识别。

背景技术

[0002] CT扫描器通常包括安装在可旋转机架上的X射线管,与一个或多个集成探测器相对。X射线管围绕定位于所述X射线管与一个或多个探测器之间的检查区域旋转,并且发射穿过检查区域和设置在检查区域中的对象和/或目标的辐射。一个或多个探测器探测穿过检查区域的辐射并生成指示检查区域和设置在其中的对象和/或目标的信号或投影数据。

[0003] 重建投影数据以生成体积图像数据,其可用于生成一幅或多幅图像。得到的(一幅或多幅)图像包括以对应于相对辐射密度的灰度值表示的像素。这样的信息反映了被扫描的对象和/或目标的衰减特性,并且通常示出了诸如患者体内的解剖结构、无生命对象内的物理结构等等的结构。这些图像高度依赖于X射线源和光子探测器的特性。

[0004] 探测到的辐射还包括谱信息,因为对象和/或目标对辐射的吸收取决于穿过其中的光子的能量。这样的谱信息提供额外的信息,例如指示组织的元素或材料成分(例如,原子序数)和/或对象和/或目标的材料的信息。然而,对于传统CT,投影数据不反映谱特性,因为它所代表的的数据与在能量谱上积分的能量注量成比例。

[0005] 针对谱(多能量)成像配置的CT扫描器利用谱特性。例如,对于双能量系统,可以生成反映被成像材料的固有特性的基础图像(例如,组织的每种成分的光电效应(PE)和康普顿散射(CS)行为)。

[0006] 尽管这样的图像允许基于能量衰减特性来区分材料,但是它们不能很好地识别特定类型材料的存在或不存在,例如识别特定类型组织的正常和/或患病组织。

发明内容

[0007] 本文中描述的各方面解决以上提及的问题和其他问题。

[0008] 在一个方面中,一种方法包括生成对象的谱投影数据,至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的。所述方法还包括根据谱投影数据的组合来构建图像,并针对能量范围并且根据谱投影数据来构建基础图像的集合。所述方法还包括从所述基础图像的集合构建多维直方图,其中,所述多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于第二基础分量,并且所述多维直方图包括聚类的集合,针对在谱投影数据中表示的每种材料的包括一个聚类。所述方法还包括在视觉上同时呈现所述图像和所述多维直方图。

[0009] 在另一方面中,一种系统包括存储有指令的存储器,包括谱CT指纹模块和被配置为至少执行与所述谱CT指纹模块相对应的指令的处理器。所述指令使所述处理器:生成对象的谱投影数据,至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中,所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的;根据谱投影数

据的组合来构建图像;针对所述能量范围并且根据所述谱投影数据来构建基础图像的集合;根据所述基础图像的集合构建多维直方图,其中,所述多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于第二基础分量,并且所述多维直方图包括聚类的集合,针对在谱投影数据中表示的每种材料所述聚类的集合包括一个聚类,并且在视觉上同时呈现所述图像和所述多维直方图。

[0010] 在另一方面中,一种计算机可读介质被编码有计算机可执行指令,所述计算机可读指令在由计算机的处理器运行时,使所述处理器:生成对象的谱投影数据,至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中,所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的;根据谱投影数据的组合来构建图像;针对所述能量范围并且根据所述谱投影数据来构建基础图像的集合;根据所述基础图像的集合构建多维直方图,其中,所述多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于第二基础分量,并且所述多维直方图包括聚类的集合,针对在谱投影数据中表示的每种材料所述聚类的集合包括一个聚类,并且在视觉上同时呈现所述图像和所述多维直方图。

[0011] 在另一方面中,一种方法包括:利用成像系统来生成表示针对预定类型组织的已知正常组织的第一谱投影数据,至少包括对应于第一能量范围的第一谱投影数据和对应于第二能量范围的第二谱投影数据,其中,所述第一能量范围和所述第二能量范围是不同的。所述方法还包括利用成像系统来生成表示预定类型组织的异常组织的第二谱投影数据,至少包括对应于所述第一能量范围的第一谱投影数据和对应于所述第二能量范围的第二谱投影数据。所述方法还包括针对所述能量范围并且根据所述第一谱投影数据来构建基础图像的第一集合,并且针对所述能量范围并且根据所述第二谱投影数据来构建基础图像的第二集合。所述方法还包括根据基础图像的第一集合构建第一多维直方图,其中,所述第一多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于第一基础分量,并且第二个轴对应于第二基础分量,根据基础图像的第二集合来构建第二多维直方图,其中,所述第二多维直方图包括至少两个轴,第一个轴对应于所述第一基础分量并且第二个轴对应于所述第二基础分量。所述方法还包括从所述第二多维直方图中识别不存在于所述第一多维直方图中的聚类,将识别出的聚类标记为表示已知的异常组织,并且将所述第一多维直方图保存为针对所述正常组织的谱成像指纹并且将所述第二多维直方图标记为针对异常组织的谱成像指纹。

附图说明

[0012] 本发明可以采取各种部件和各部件的布置以及各种步骤和各步骤的安排的形式。附图仅出于图示优选的实施例的目的并且不应被解释为对本发明的限制。

[0013] 图1示意性地图示了包括具有谱CT指纹模块的控制台的成像系统。

[0014] 图2示意性地图示了成像系统的重建器的示例。

[0015] 图3图形地示出了针对双能量投影数据的理论材料衰减分解(MAD)图。

[0016] 图4描绘了2-D图像和相应的MAD图的视觉显示。

[0017] 图5描绘了图4的2-D图像,其中识别出了它里面的ROI,并且更新的MAD图突出显示对应于ROI中的材料的聚类。

[0018] 图6描绘了图4的MAD图,其中在它里面识别出了针对第一区域的ROI,并且更新的

2-D图像突出显示与ROI中表示的材料相对应的像素或体素。

[0019] 图7描绘了图4的MAD图,其中在它里面识别出了针对第二不同区域的ROI,并且更新的2-D图像突出显示与ROI中表示的材料相对应的像素或体素。

[0020] 图8图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的示例方法。

[0021] 图9图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的另一示例方法。

[0022] 图10图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的又一示例方法。

[0023] 图11图示了用于结合多能量投影数据来识别异常的存在和/或类型的示例方法。

[0024] 图12图示了用于结合多能量投影数据来识别异常的不存在的示例方法。

[0025] 图13图示了用于结合多能量投影数据来识别异常的不存在的另一示例方法。

[0026] 图14示出了用于结合多能量投影数据来可视化图像中感兴趣组织的示例方法。

[0027] 图15示出了用于结合多能量投影数据来识别图像中感兴趣组织的示例方法。

[0028] 图16示意性地示出了图1的变型,其中,谱CT指纹模块是远离成像系统的系统的一部分。

具体实施方式

[0029] 图1示意性地示出了成像系统100,例如被配置用于谱(多能量)成像的计算机断层摄影(CT)扫描器。成像系统100包括大致固定的机架102和旋转机架104。旋转机架104由固定机架102可旋转地支撑,并围绕检查区域106绕纵向或z轴108旋转。对象支撑体110,例如卧榻,在检查区域中支撑目标或对象。对象支撑体110可以与执行成像流程协调地移动,以便相对于检查区域106引导对象或目标,以加载、扫描和/或卸载对象或目标。

[0030] 辐射源112(例如X射线管)由旋转机架104可旋转地支撑。辐射源112与旋转机架104一起旋转,并且发射穿过检查区域106的多色辐射。在所示的实施例中,辐射源112是(标准)单X射线管,其配置为发射针对感兴趣的单个选定峰值发射电压(kVp)(即,所述kVp处的能谱)的辐射。在另一实例中,辐射源112被配置为在扫描期间在至少两个不同的发射电压(例如,80kVp,140kVp等)之间切换。在又一实例中,辐射源112包括在旋转机架104上在角度上偏置的两个或更多个X射线管,每个X射线管被配置为发射具有不同平均能量谱的辐射。皇家飞利浦有限公司的US 8442184B2描述了具有kVp切换和多个X射线管的系统。

[0031] 辐射敏感探测器阵列114在检查区域106对面与辐射源112相对,对向一角度弧。探测器阵列114包括沿z轴108方向相对于彼此布置的一行或多行探测器,并且探测穿过检查区域106的辐射。在所示实施例中,探测器阵列114包括能量分辨探测器,例如多层闪烁体/光传感器探测器。US 8442184B2和US 7968853 B2,两者均归属于皇家飞利浦有限公司,描述了一种多层探测器。利用能量分辨探测器,辐射源112包括标准,kVp切换和/或多个X射线管辐射源112。在另一实例中,探测器阵列114包括非能量分辨探测器,并且辐射源112包括kVp切换和/或多个X射线管辐射源112。探测器阵列114生成并输出指示N个不同能量中的每一个的信号(投影数据),其中N是等于或大于2的整数。

[0032] 重建器116重建由探测器阵列114输出的信号(投影数据)。图2示意性地图示了重建器116的范例。在该示例中,重建器116接收针对N个不同能量中的每个通量的投影数据(N个能量投影数据)。谱分解器202将N个不同的能量分解成不同的基础投影数据,并且投影数据组合器204将N个不同的能量组合成不同的基础投影数据。例如,对于双能量(N=2),例如

第一(较高)和第二(较低)能量配置,谱分解器202将第一能量投影数据和第二能量投影数据分解为光电效应基础投影数据和康普顿散射基础投影数据。对于同样的情况,投影数据组合器204组合第一能量投影数据和第二能量投影数据以产生等同于非谱图像数据的组合数据。

[0033] 重建处理器206基于来自算法存储器208的重建算法来重建基础投影数据和/或组合投影数据。这可以包括重建一个或多个基础图像(例如,第一基础图像,第二基础图像,……,和第N基础图像)。例如,对于双能量示例,重建处理器206可以生成光电效应图像、康普顿散射图像、和/或组合光电效应/康普顿散射图像。这可以额外地包括从组合投影图像重建传统(非谱)图像。可以从该数据生成的其他图像包括但不限于低能量图像和高能量图像,单能量或单色图像(例如,140kVp),虚拟非对比(或未增强的)图像,有效Z(原子序数)图像,碘图等。重建器116输出重建的图像。

[0034] 返回图1,操作者控制台118(计算系统)允许操作者控制系统100的操作。这包括选择成像采集协议(例如,多能量),选择重建算法(例如,多能量),调用扫描,调用可视化软件应用程序,与执行的可视化软件应用程序交互等。操作者控制台118包括输入/输出(I/O)120,其便于与至少一个输出设备122(例如显示监视器,胶片放映机(filmer)等)、(一个或多个)输入设备124(例如鼠标,键盘等)进行通信。操作者控制台118还包括至少一个处理器125(例如,中央处理单元或CPU,微处理器,控制器等)和计算机可读存储介质126(其排除瞬态介质),例如物理存储器和/或其他非瞬态存储器。计算机可读存储介质128存储计算机可读指令132和数据130。处理器125执行指令132。

[0035] 所示的计算机可读指令130至少包括谱CT指纹模块134。在一个实例中,谱CT指纹模块134包括用于创建材料衰减分解(MAD)图(或直方图)的指令,其用作谱CT指纹。额外地,或者替代地,谱CT指纹模块134包括用于采用这样的MAD图的指令。如本文中所使用的,谱CT指纹将指示特定类型的组织/材料的谱CT数据映射到该类型的组织/材料。这样,谱CT指纹可用于构建视觉上强调特定类型的感兴趣组织/材料的图像。谱CT指纹还可以用于确定图像中特定类型的组织/材料的存在或不存在。谱CT指纹还可用于识别图像中的未知组织/材料。谱CT指纹是系统和能量不变的,并且可以结合任何CT成像系统使用。因此,它还可以用于确认CT成像系统被正确地校准。

[0036] 图3图示了针对双能量的理论MAD图300。第一(或y-)轴302表示第一基础,第二(或x-)轴表示第二基础。在所示实施例中,第一轴302表示光电效应衰减系数,并且第二轴表示康普顿散射衰减系数。在一个变型中,系数值是无量纲的或具有其他单位,例如亨氏单位(HU)。可以从由重建器116生成的基础图像获得光电效应和康普顿散射衰减系数。MAD图300中表示的材料是出于解释目的并且不是非限制性的。其他材料,包括更少的或更多的,相似的或不同的,等等,可以在其他MAD图中表示。示例包括两个单能量图像,低能量和高能量图像对,等等。MAD图中的每个基础表示另一个维度。

[0037] 在MAD图300中,原点306表示空气。第一聚类308提供了针对脂肪组织(脂肪)的谱CT指纹。第二聚类310提供了针对水的谱CT指纹。第三聚类312提供了针对软组织的谱CT指纹。第四聚类314提供了针对肺组织的谱CT指纹。第四聚类314在一定范围内延伸,例如,至少由于空气和肺组织的部分体积效应。第五聚类316提供了针对肺碘的谱CT指纹。第五聚类316在一定范围内延伸,例如,作为碘浓度水平的函数,在第一轴302上更高的水平由高的衰

减系数值表示。第六聚类318提供针对钙的谱CT指纹。第六聚类318在一定范围内延伸,例如,至少由于骨和软组织的部分体积效应。纯钙在该范围内在320处表示。

[0038] 回到图1,可以针对任何数量的组织/材料生成MAD图。这包括针对特定类型的已知正常组织和特定类型的已知异常组织生成MAD图。例如,可以根据已知具有健康肝脏(或其他组织)的患者群体的图像数据生成MAD图,并且可以根据已知具有特定肝脏(或其他组织)肿瘤或病变的患者群体的图像数据生成另一个MAD图。MAD图可以是针对整个身体、特定身体部位和/或特定器官的。在另一个示例中,可以根据通过扫描由特定材料(例如,骨)构造的“体模”和/或特定材料(例如,造影剂)的已知分布的图像数据生成MAD图。MAD图可以本地存储(例如,在存储器128中)和/或远程存储(例如,在健康护理实体内,在服务器上,在“云”中等)。

[0039] MAD图可以经由输出设备122的显示监视器,与图像同时地、单独地和/或与图像交替地可视地显示。图4-7图示了本文中描述的MAD图的示例可视化和使用。所有图4-7同时示出了输出设备122的显示监视器的图形用户界面(GUI)中的图像和MAD图。

[0040] 图4示出了2-D图像402和相应的MAD图404。所述MAD图404是基于2-D图像402的全部像素或体素来创建的。类似于图3中的MAD图300,MAD图404是光电效应对康普顿散射衰减系数2-D直方图。在该示例中,使用预定水平和窗口衰减设置来显示MAD图404,以在视觉上强调特定感兴趣组织的细节。聚类406表示类似空气的材料,聚类408表示组织/脂肪样材料。示出了针对区域412的放大视图410。

[0041] 在图5中,在2-D图像402上识别感兴趣区域(ROI) 502、504和506。ROI 502包括肺组织,ROI 504包括皮下脂肪组织,ROI 506包括肝脏组织。这些ROI可以被自动识别(通过用户批准、拒绝或修改),通过系统和用户操作半自动识别,或者由用户手动识别,例如,经由软件和诸如鼠标的输入设备124。所示的形状不是限制性的。本文中也预期其他形状,包括像正方形、矩形、圆形等的预定形状。

[0042] 响应于对2-D图像402上的ROI 502、504和506的识别,MAD图404被更新为在视觉上强调对应于ROI 502、504和506的聚类406和408的部分。强调可以是颜色、灰度、轮廓、突出显示等。在图5中,通过放大视图410通过灰度显示强调,其中,第一突出显示508对应于ROI 502(肺组织),第二突出显示510对应于ROI 504(脂肪组织)并且第三突出显示512对应于ROI 506(肝组织)。由于空气和肺组织的部分体积效应,ROI 508被模糊。

[0043] 在图6中,在MAD图404上识别ROI 602、604和606。类似地,ROI 602、604和606可以是半自动或手动识别的。在一个实例中,ROI 602、604和606中的一个或多个可以对应于要在图像402中被可视化的已知组织。在另一个示例中,ROI与未知组织相对应。针对空气状材料的聚类406(图4)的放大视图608是针对区域610的。

[0044] 通过将MAD图404与感兴趣组织的MAD图比较,可以在MAD图404中识别区域610。由于MAD图提供组织的指纹,因此MAD图404中的与针对组织的MAD图中的区域相匹配的区域识别MAD图404中的针对该组织的区域。然后可以将ROI放置在匹配的区域上。在没有匹配的MAD图或者用户想要看到什么解剖结构对应于MAD图的特定区域的情况下,可以在该区域上放置ROI。在图6中,ROI 602、604和606对应于空气、床泡沫和肺。

[0045] 响应于在MAD图404上识别ROI 602、604和606,更新2-D图像402以在视觉上强调2-D图像402的对应于ROI 602、604和606的部分。强调可以是颜色、灰阶、轮廓、突出显示等。在

图6中,通过灰度显示强调,其中,第一突出显示612对应于ROI 602(空气),第二突出显示614对应于ROI 604(床泡沫)并且第三突出显示616对应于ROI 606(肺)。

[0046] 如果用户希望在MAD图404中看到特定于与ROI相对应的材料的图像,则可以为该材料创建合适的材料分解,并且重建器116可以使用该材料分解来处理所接收的N能量投影数据。例如,MAD图可以用于通过识别针对MAD图中的硅的聚类来识别对应于硅乳房植入物的像素或体素。可以识别所述聚类,并且然后可以生成硅基础图像,可以突出显示传统非谱图像中的硅等。

[0047] 在图7中,在MAD图404上识别ROI 702、704和706。类似地,ROI 702、704和706可以是半自动或手动识别的。在一个实例中,ROI 702、704和706中的一个或多个可以对应于要在图像402中被可视化的已知组织。针对组织/脂肪样材料的聚类408(图4)的放大视图708是针对区域710的。通过将MAD图404与感兴趣组织的MAD图比较,可以在MAD图404中识别区域710。

[0048] 在图7中,ROI 702、704和706对应于脂肪组织、肝组织和肋骨软骨。响应于在MAD图404上识别ROI 702、704和706,用对应于ROI 702(脂肪组织)的第一突出显示712,对应于ROI 704(肝组织)的第二突出显示714和对应于ROI 706(肋骨软骨)第三突出显示716来更新2-D图像402。同样,强调可以通过颜色、灰阶、轮廓、突出显示等来进行。

[0049] 如图4-7中所示,并且如本文中所描述,MAD图中像素的位置取决于人体内组织和元素的已知特性(即,光电效应和康普顿散射的衰减系数)。这些位置占据整个MAD图的一小部分。在这些范围之外的任何像素都是由人体内的异物(即金属器具或硅树脂植入物)中的异物或材料引起的,或者是来自由于信号采集或图像重建中的误差而引起的伪影。这些伪影的精确图案和/或位置可以提供关于它们的起源和性质的线索。因此,MAD图可以提供对扫描器性能进行评估和改进两者的工具。

[0050] 图8-14呈现了与本文描述的MAD图有关的各种方法。要理解,方法中的动作的顺序不是限制性的。这样,本文中预期其他顺序。另外,可以省略一个或多个动作和/或可以包括一个或多个额外的动作。

[0051] 图8图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的示例方法。

[0052] 在802处,执行包括感兴趣材料(MOI)的对象或目标的谱扫描,创建多能量投影数据,投影数据的每个集合对应于不同的能量。

[0053] 在804,利用多能量投影数据生成多个基础图像,每个基础图像对应于不同的能量。

[0054] 在806处,从多个基础图像创建MAD图。

[0055] 在808处,在MAD图中识别MAD图中的对应于感兴趣的材料的聚类。这可以使用来自文献和/或其他方面的已知光电效应和康普顿散射衰减系数,来自具有和没有感兴趣材料的先前扫描的数据,和/或其他来实现。

[0056] 在810处,标记聚类以将聚类与感兴趣材料相关联。

[0057] 在812处,将MAD图保存到例如计算机存储器以供使用。

[0058] 图9图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的另一示例方法。

[0059] 在902处,执行除了图8中的感兴趣材料之外的包括感兴趣材料的对象或目标的谱扫描,从而创建多能量投影数据。

- [0060] 在904处,如本文所述地利用多能量投影数据生成多个基础图像。
- [0061] 在906处,从多个基础图像创建MAD图。
- [0062] 在908处,通过将MAD图与图8中存储的MAD图比较来在MAD图中对MAD图中的对应于不同感兴趣材料的聚类进行定位以定位MAD图中不在存储的MAD中的聚类。
- [0063] 在910处,标记聚类以将聚类与不同的感兴趣材料相关联。
- [0064] 在912处,保存MAD图。
- [0065] 图10图示了用于创建与多能量投影数据相关的谱CT指纹的另一示例方法。
- [0066] 在1002处,执行对包括没有感兴趣的材料的第二对象或目标的第二谱扫描,从而创建第一投影数据。
- [0067] 在1004处,执行对包括感兴趣的材料的第二对象或目标的第二谱扫描,从而创建第二投影数据。
- [0068] 动作1002和1004的投影数据可以是新采集的投影数据和/或从先前检查中挖掘的投影数据。此外,动作1004可以在动作1002之前。
- [0069] 在1006处,利用所述第一投影数据生成第一多个基础图像。
- [0070] 在1008处,利用所述第二投影数据生成第二多个基础图像。
- [0071] 在1010处,根据所述第一多个基础图像创建第一MAD图。
- [0072] 在1012处,根据所述第二多个基础图像创建第二MAD图。
- [0073] 在1014处,通过比较所述第一MAD图和所述第二MAD图来定位所述第一MAD图中的在所述第二MAD图中不存在的聚类,以定位所述第一MAD图中对应于所述感兴趣材料的聚类。
- [0074] 在1016处,标记聚类以将聚类与感兴趣材料相关联。
- [0075] 在1018处,保存所述第一MAD图。
- [0076] 图11图示了用于结合多能量投影数据来识别异常的存在和/或类型的示例方法。
- [0077] 在1102处,执行对象的谱扫描,创建投影数据。
- [0078] 在1104处,利用所述投影数据生成多个基础图像。
- [0079] 在1106处,根据所述多个基础图像创建MAD图。
- [0080] 在1108处,将所述MAD图与针对正常组织的MAD图进行比较。
- [0081] 在1110处,响应于MAD图包括在针对正常组织的MAD图中不存在的聚类而确定对象具有异常。
- [0082] 在1112处,将所述MAD图与针对异常的MAD图进行比较。
- [0083] 在1114处,响应于所述MAD图包括针对异常的与MAD图中表示异常的聚类相匹配的聚类,确定所述对象具有异常。
- [0084] 在一个变型中,省略了动作1108和1110,并且仅将MAD图与针对异常的MAD图进行比较。在另一个变型中,省略了动作1112和1114,并且仅将MAD图与针对正常组织的MAD图进行比较。
- [0085] 图12图示了用于结合多能量投影数据来识别一种异常的不存在的示例方法。
- [0086] 在1202处,执行对象的谱扫描,创建投影数据。
- [0087] 在1204处,利用所述投影数据生成多个基础图像。
- [0088] 在1206处,根据所述多个基础图像创建MAD图。

- [0089] 在1208处,将所述MAD图与针对正常组织的MAD图进行比较。
- [0090] 在1210处,响应于MAD图与针对正常组织的MAD图相匹配而确定对象不具有异常。
- [0091] 图13图示了用于结合多能量投影数据来识别一种异常的不存在的示例方法。
- [0092] 在1302处,执行对象的谱扫描,创建投影数据。
- [0093] 在1304处,利用所述投影数据生成多个基础图像。
- [0094] 在1306处,根据所述多个基础图像创建MAD图。
- [0095] 在1308处,将所述MAD图与针对异常的MAD图进行比较。
- [0096] 在1310处,响应于所述MAD图包括与针对异常的MAD图中表示异常的聚类相匹配的聚类,确定所述对象不具有异常。
- [0097] 图14示出了用于结合多能量投影数据来可视化图像中感兴趣组织的示例方法。
- [0098] 在1402处,执行对象的谱扫描,创建投影数据。
- [0099] 在1404处,利用所述投影数据生成多个基础图像。
- [0100] 在1406处,根据所述多个基础图像创建MAD图。
- [0101] 在1408处,识别MAD图中对应于感兴趣组织的聚类。这可以通过将MAD图与针对感兴趣组织和/或其他组织的MAD图进行比较来实现。
- [0102] 在1410处,针对聚类创建ROI。
- [0103] 在1412处,利用所述投影数据来生成图像。
- [0104] 在1414处,针对由聚类表示的材料来在图像中突出显示对应于感兴趣组织的像素或体素。
- [0105] 图15图示了用于结合多能量投影数据来识别图像中感兴趣组织的示例方法。
- [0106] 在1502处,执行对象的谱扫描,创建投影数据。
- [0107] 在1504处,利用所述投影数据生成多个基础图像。
- [0108] 在1506处,利用所述投影数据来生成图像。
- [0109] 在1508处,在图像中创建ROI。
- [0110] 在1510处,针对所述ROI创建MAD图。
- [0111] 在1512处,识别所述MAD图中的对应于所述ROI的聚类。
- [0112] 在1514处,通过所述聚类来识别所述ROI中的类型的材料。这可以通过将MAD图与针对不同类型的材料的MAD图进行比较和/或以其他方式来实现。
- [0113] 在1516处,利用识别出的材料来创建材料分解。
- [0114] 在1518处,使用所述材料分解来生成材料的谱图像。
- [0115] 本文中的动作可以通过被编码或录入在计算机可读存储介质上的计算机可读指令来实施,所述计算机可读指令当由(一个或多个)计算机处理器运行时,令所述(一个或多个)处理器执行所描述的动作。额外地或者替代地,所述计算机可读指令中的至少一个由信号、载波或其他瞬态介质所承载。
- [0116] 图16示意性地示出了图1的变型,其中与谱CT指纹模块134有关的操作者控制台118的部件是计算系统1602的一部分,计算系统1602是与成像系统100分开的装置。操作者控制台118包括诸如监视器或显示器的人类可读输出设备和诸如键盘和鼠标的输入设备,并且驻留在控制台118上的软件允许操作者与扫描器交互。指令130包括用于重建体积图像

数据的重建器。

[0117] 计算系统160可以从成像系统100(控制台118和/或重建器116)、数据存储库1604、另一成像系统和/或其他设备接收投影。合适的数据存储库1604的范例是图片存档及通信(PACS)、放射信息系统(RIS)、医院信息系统(HIS)、电子医学数据(EMR)、数据库、服务器、成像系统、和/或其他数据存储库。

[0118] 本文中讨论的MAD图也可用于质量保证。例如,由于针对特定材料的MAD图独立于X射线源和探测器阵列,因此可以通过扫描包括特定材料的体模来测试多个成像系统,针对每个成像系统生成针对该材料的MAD图,并将MAD图与该材料的已知有效参考MAD图进行比较。如果成像系统的MAD图偏离(一个或多个)参考MAD图,则例如可以重新校准成像系统。

[0119] 已经参考优选实施例描述了本发明。通过阅读和理解前述的详细描述,本领域技术人员可以想到各种修改和变型。旨在将本发明解释为包括所有这样的修改和替代,只要它们落入权利要求书及其等价方案的范围之内。

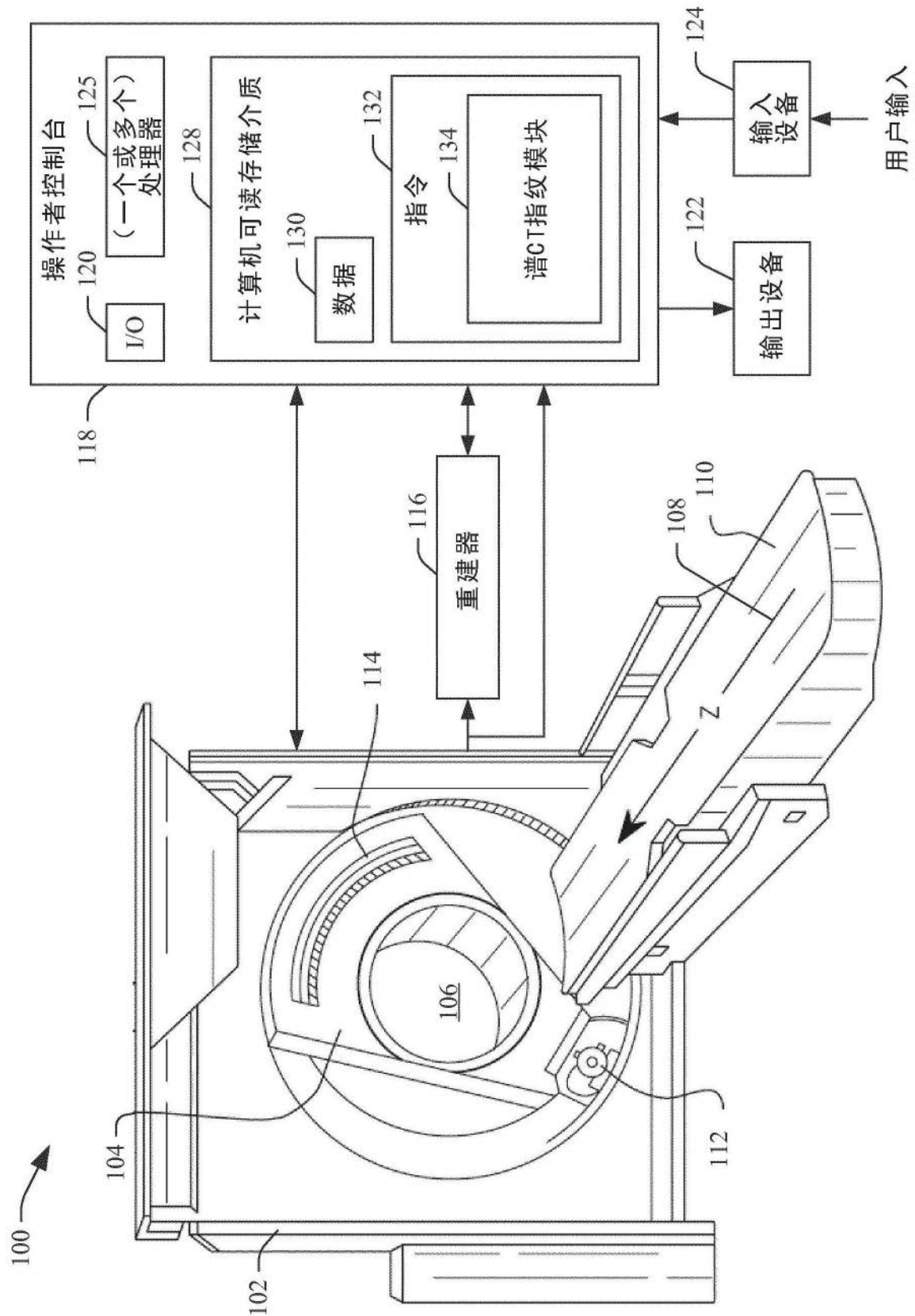


图1

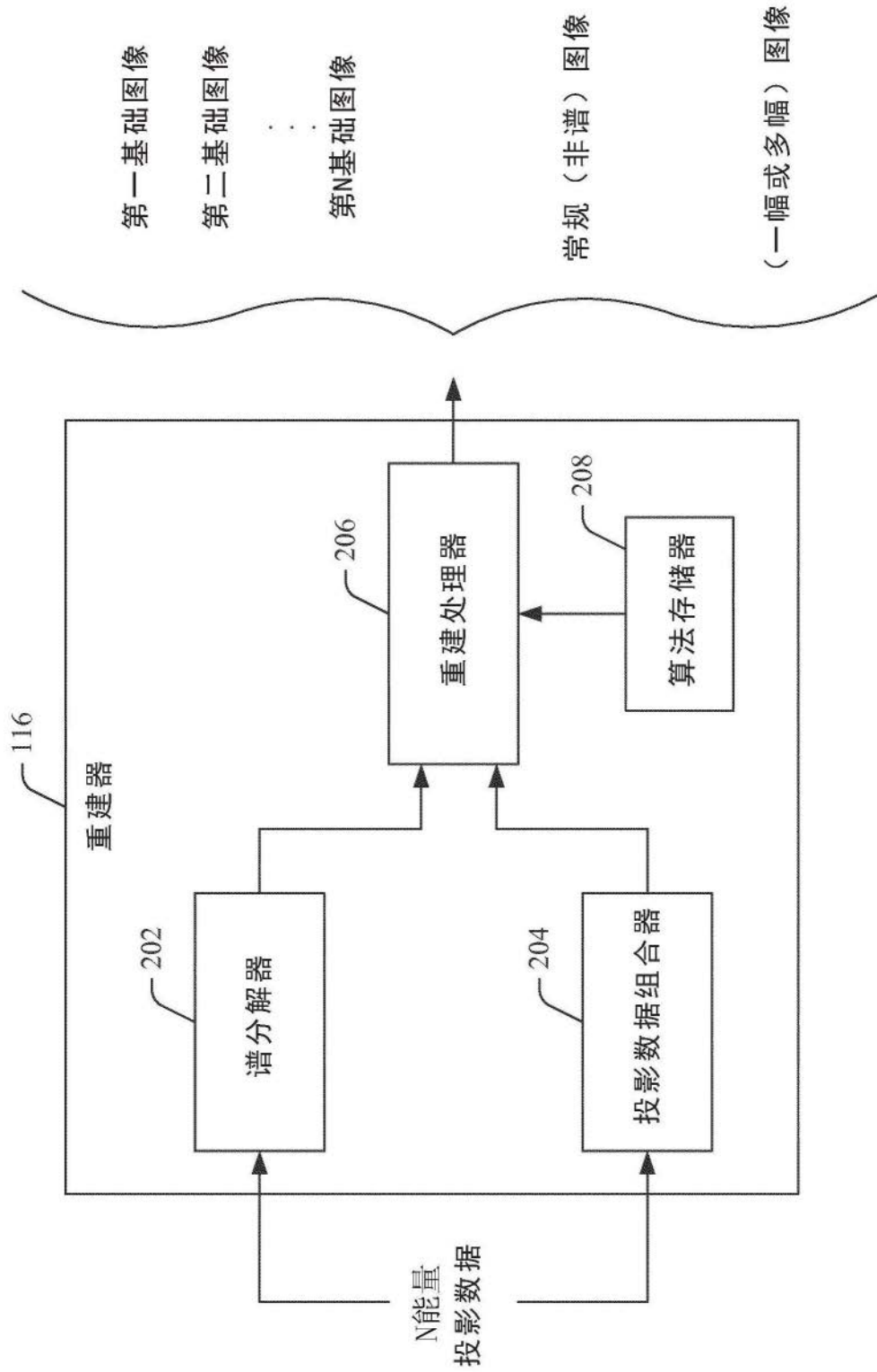


图2

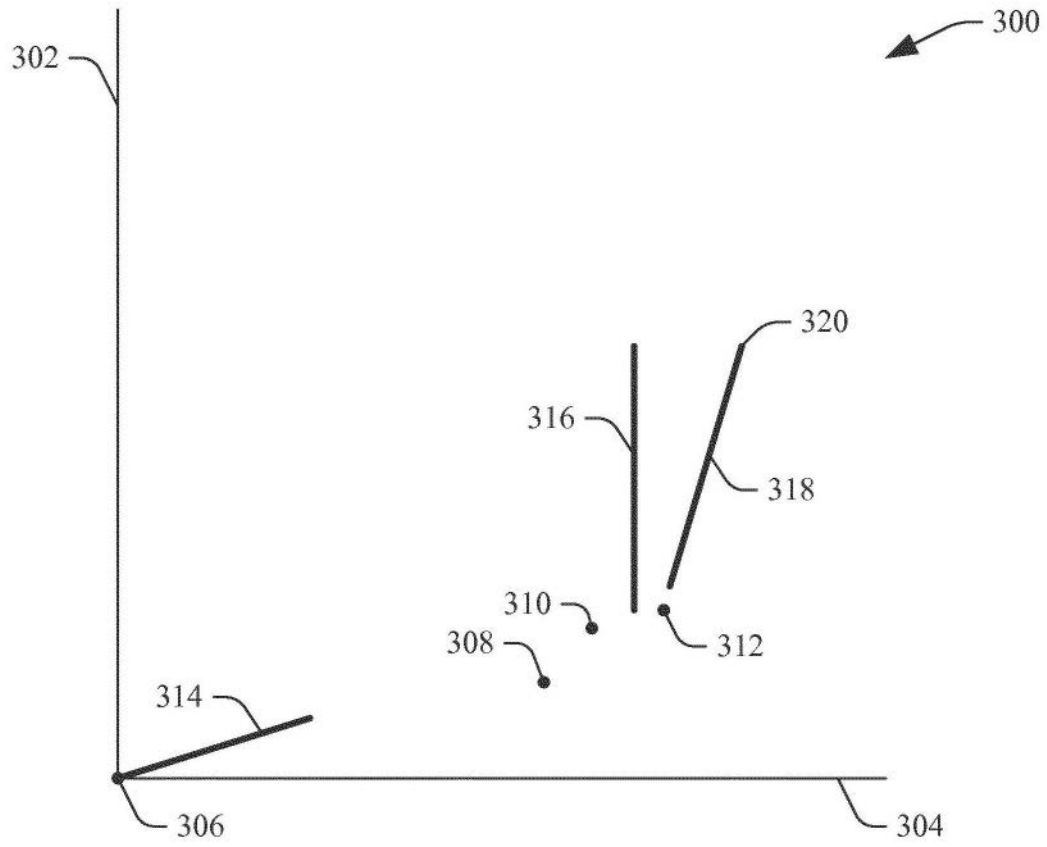


图3

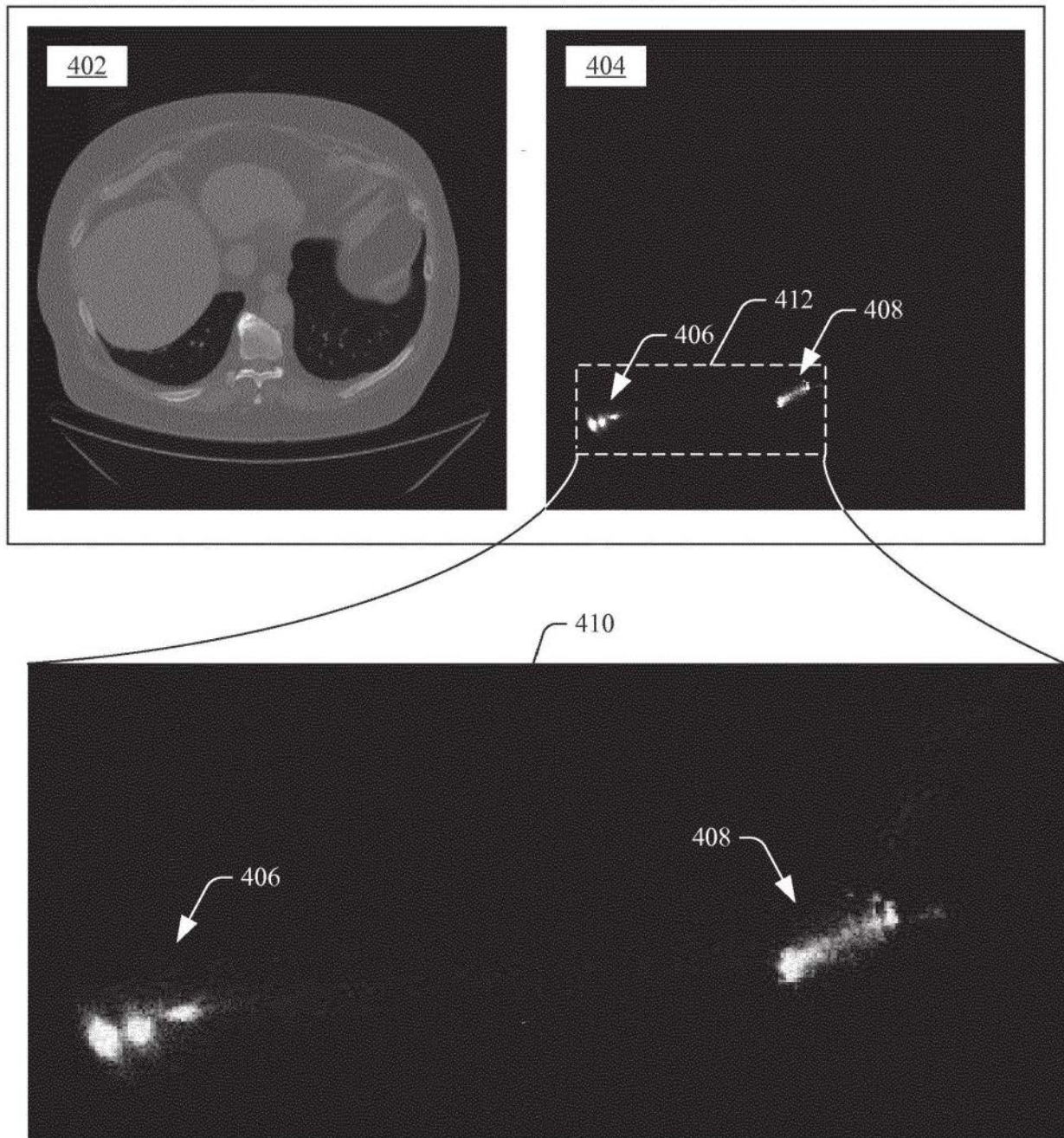


图4

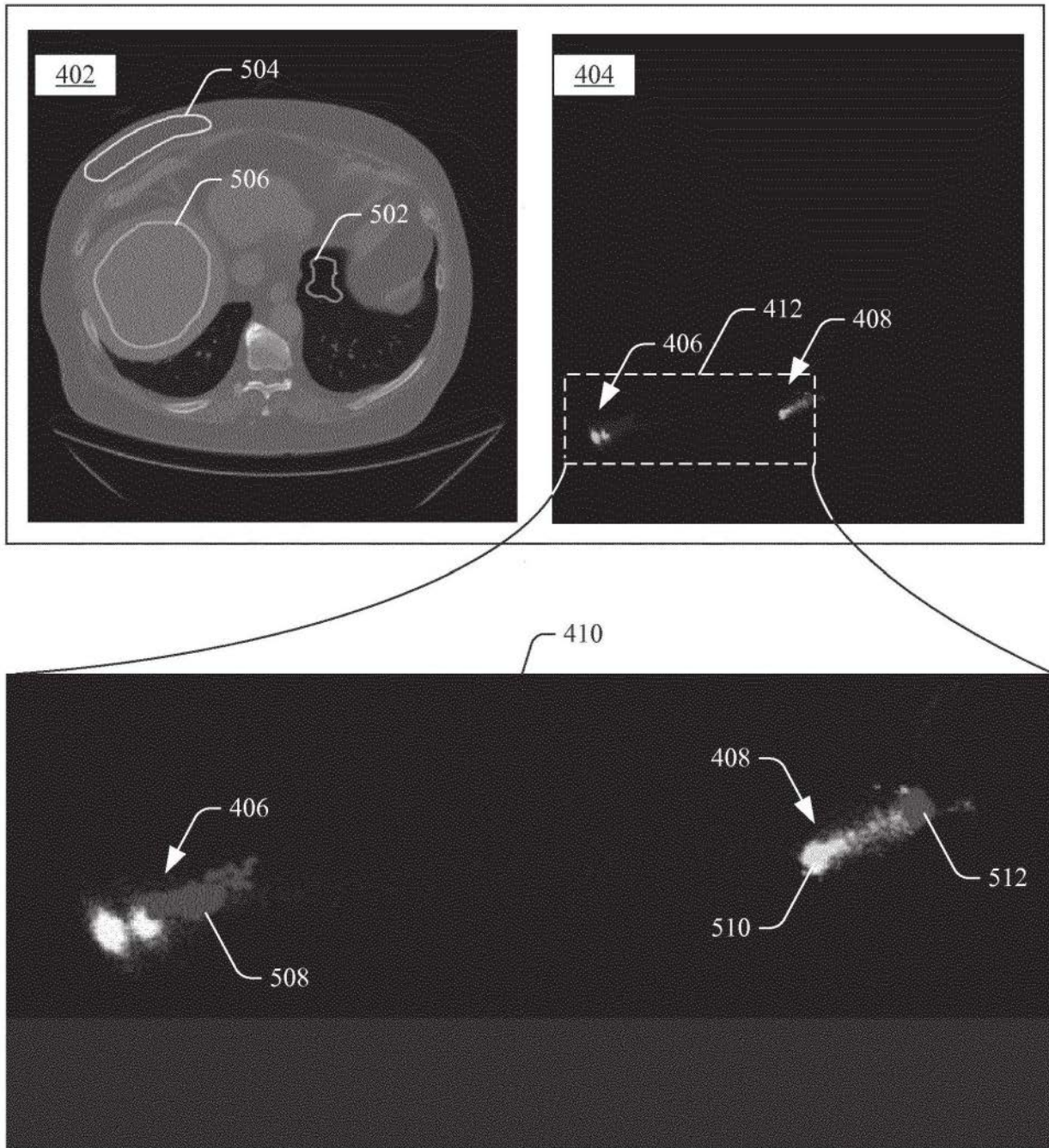


图5

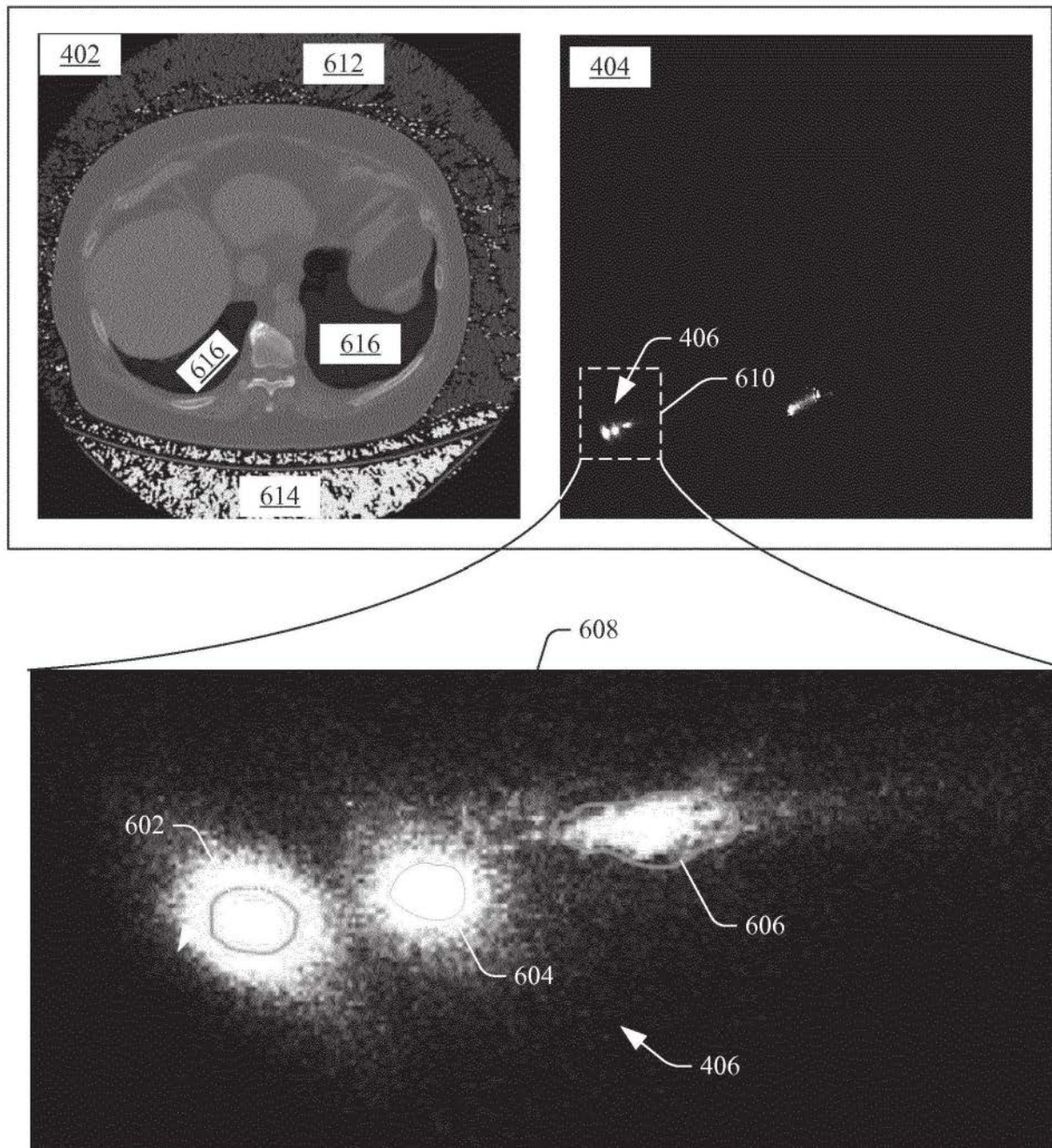


图6

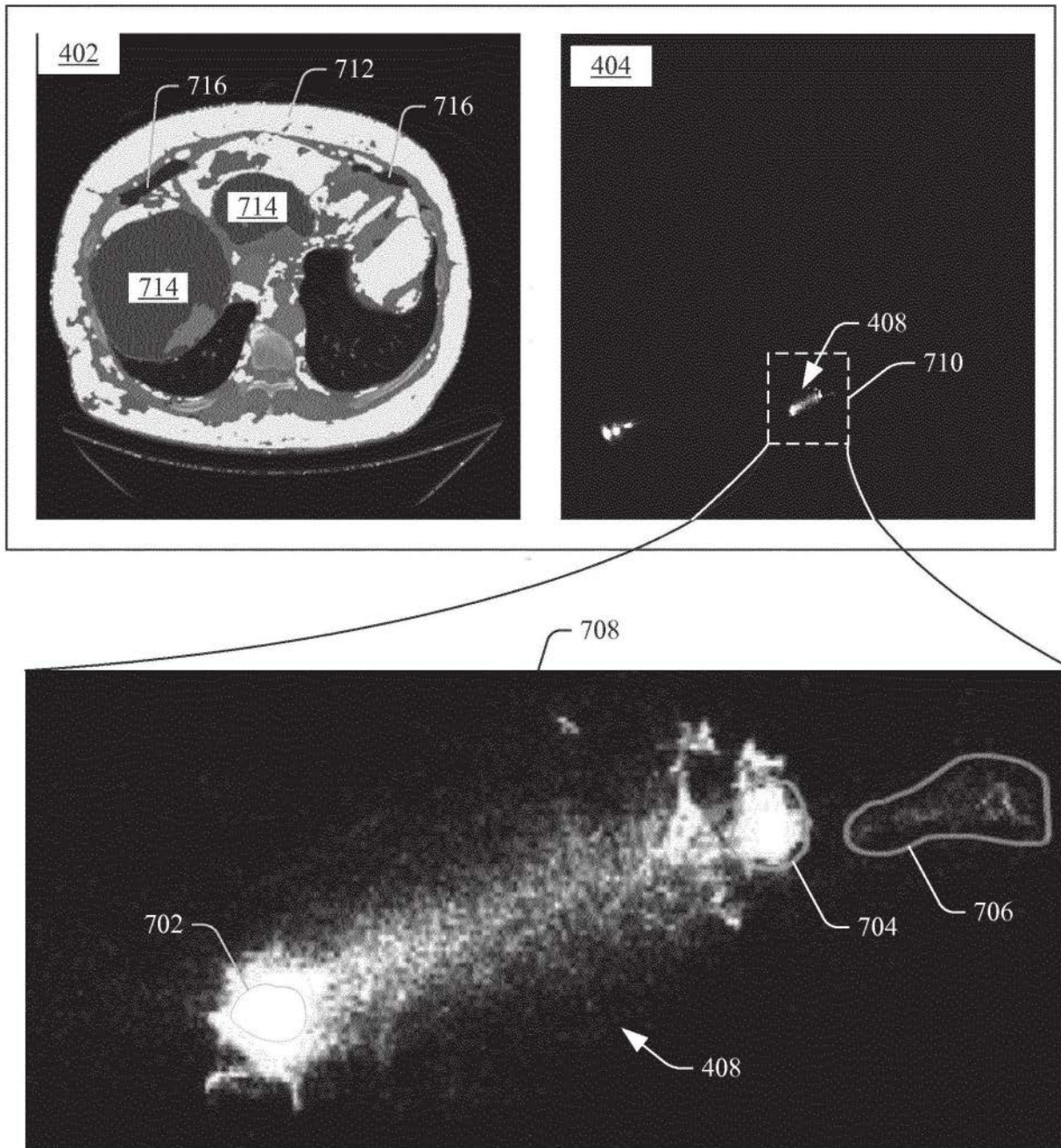


图7

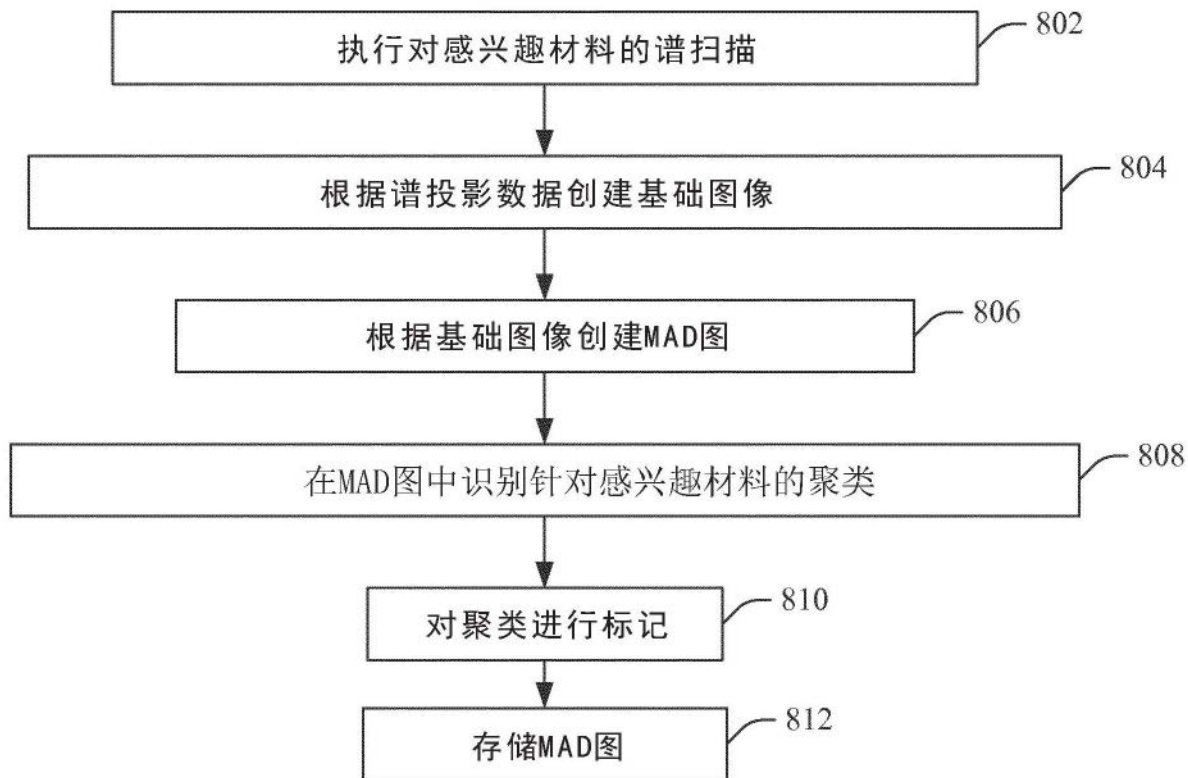


图8

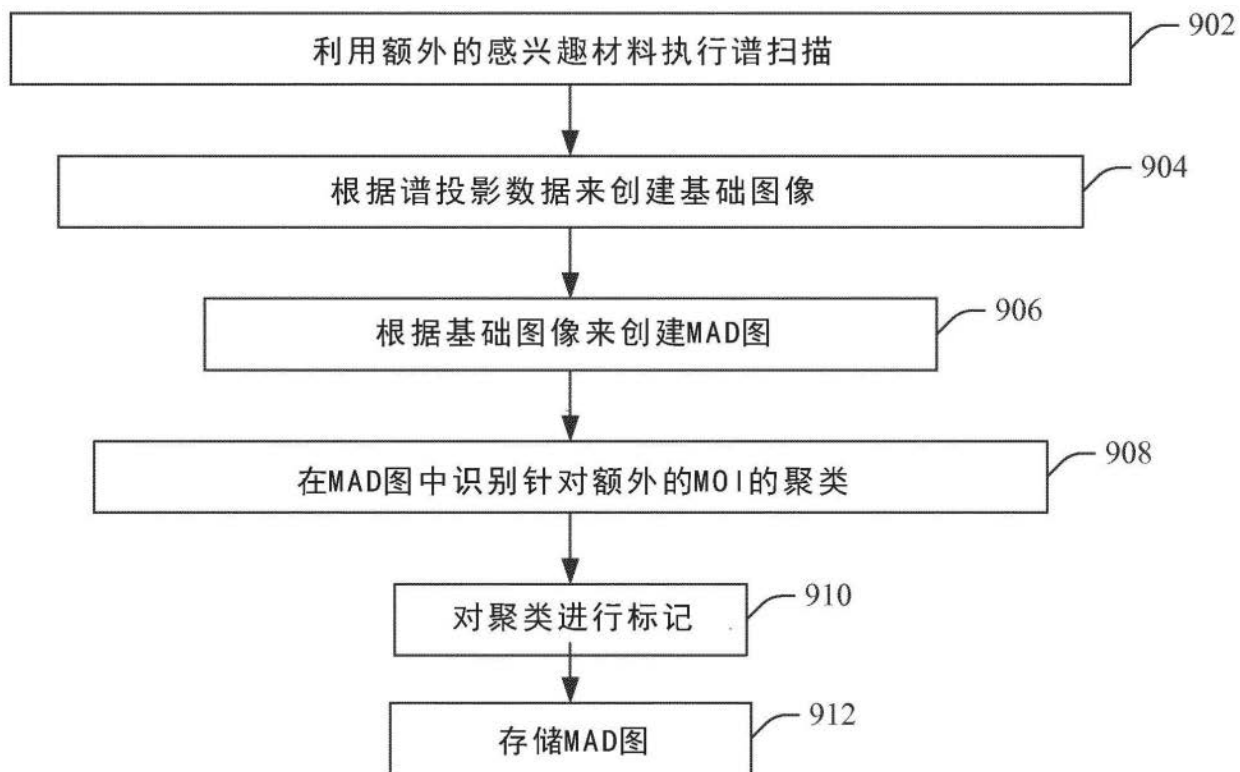


图9

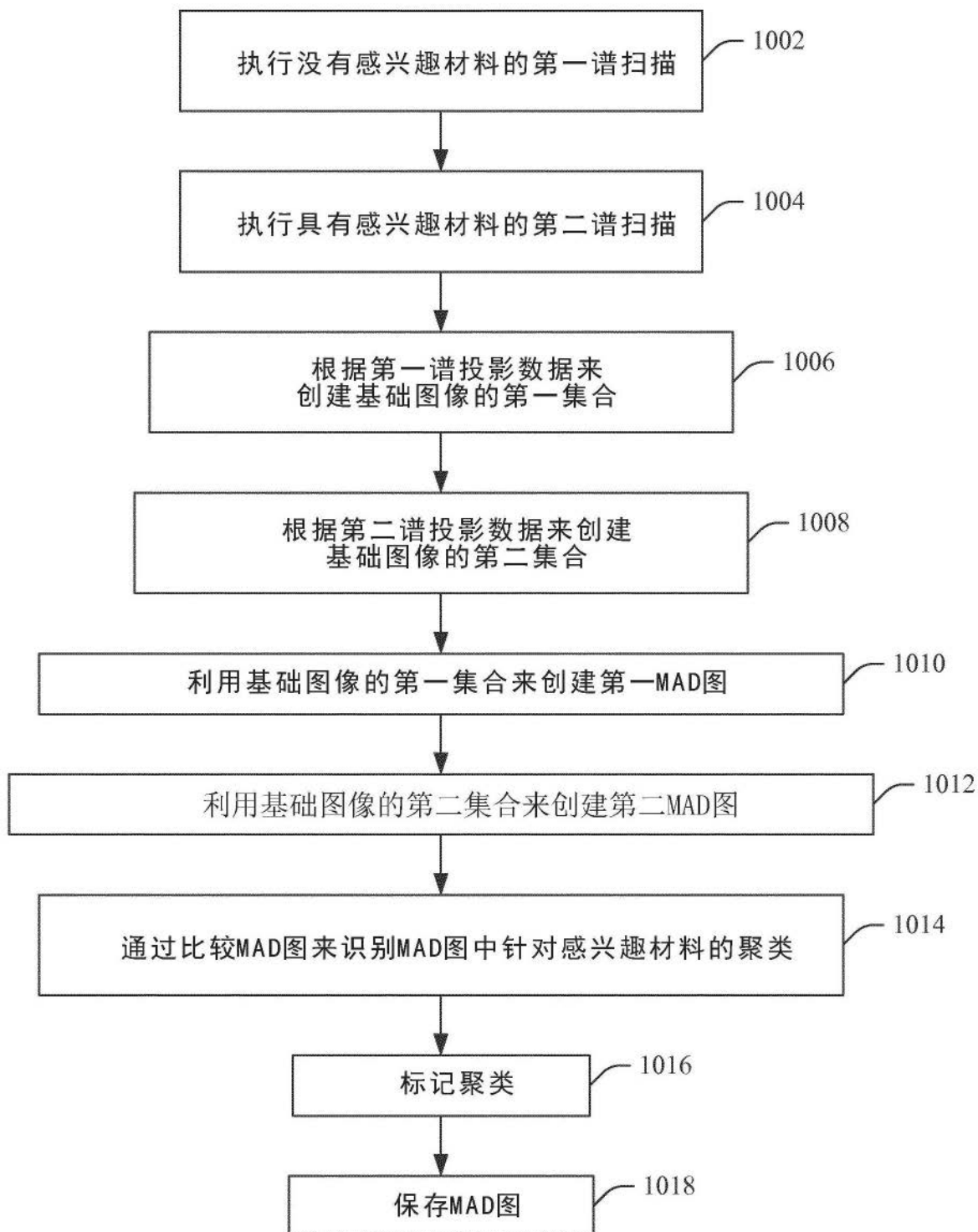


图10

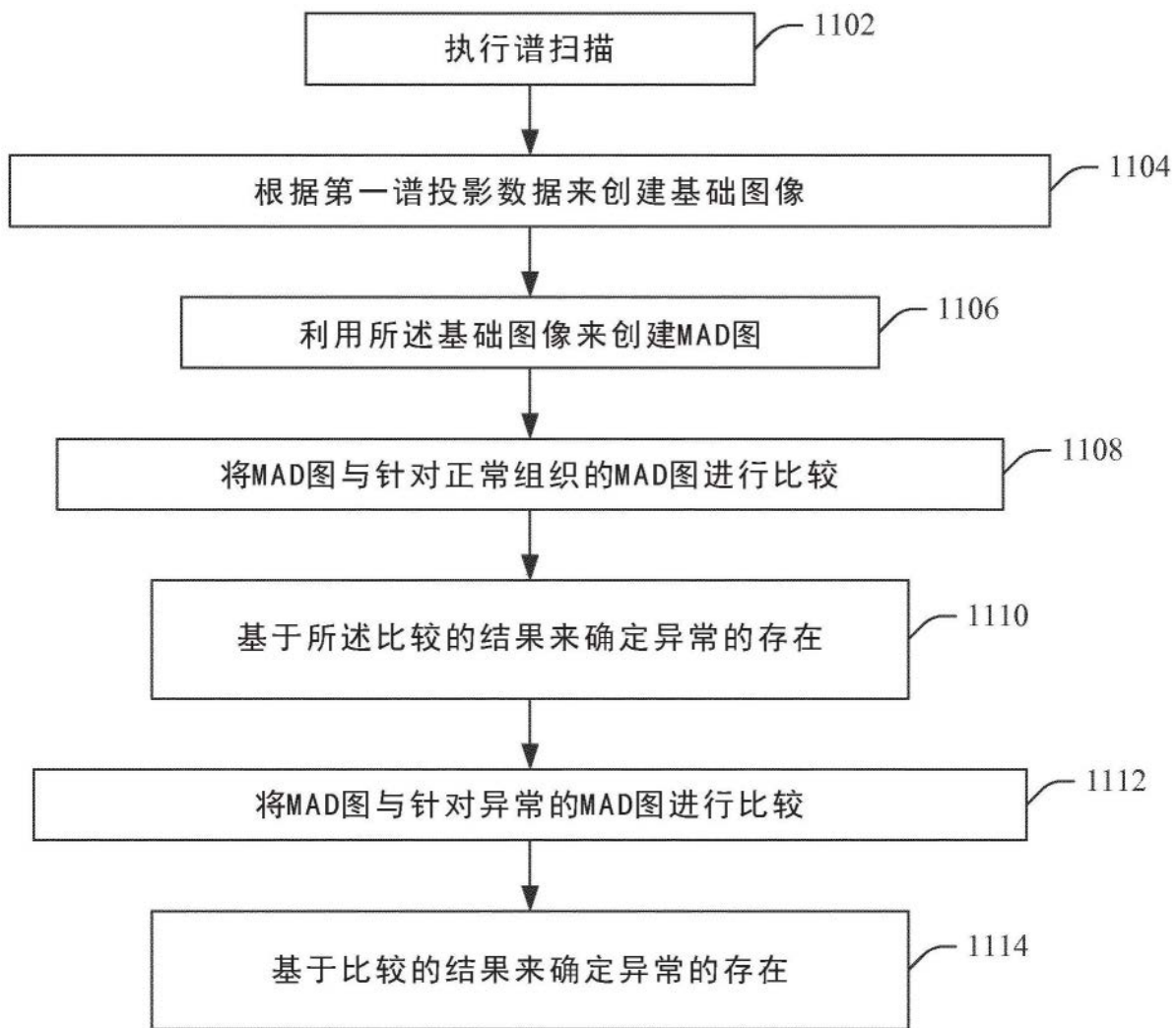


图11

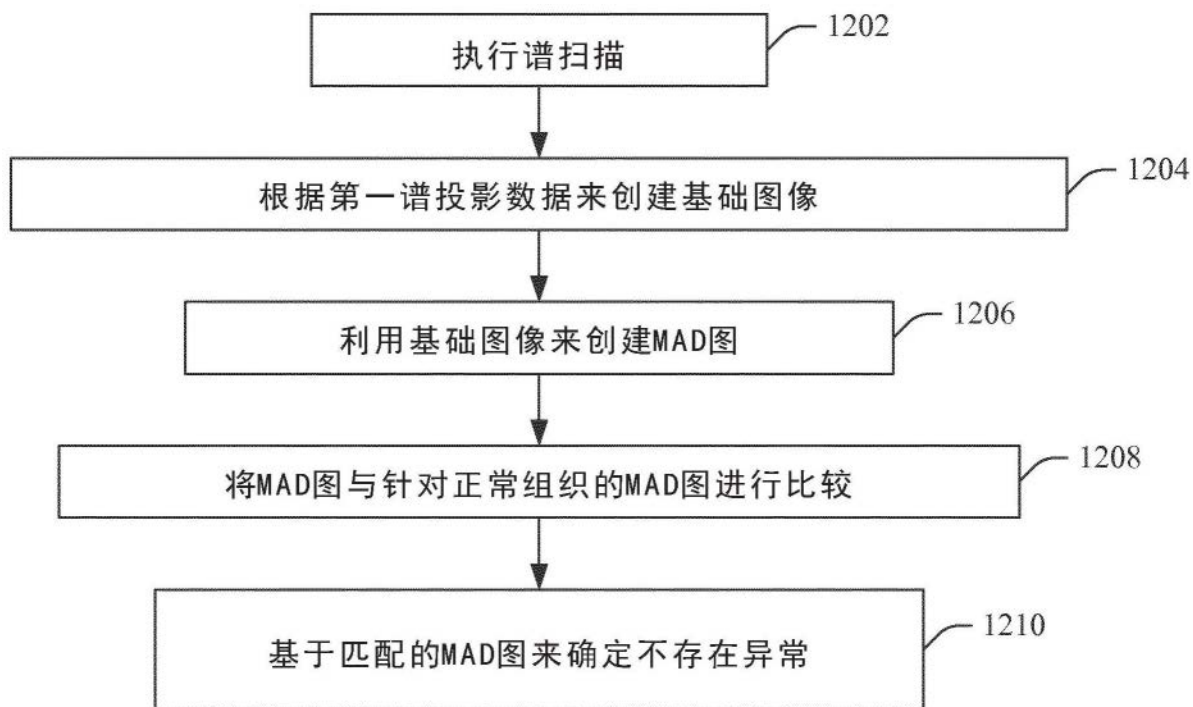


图12

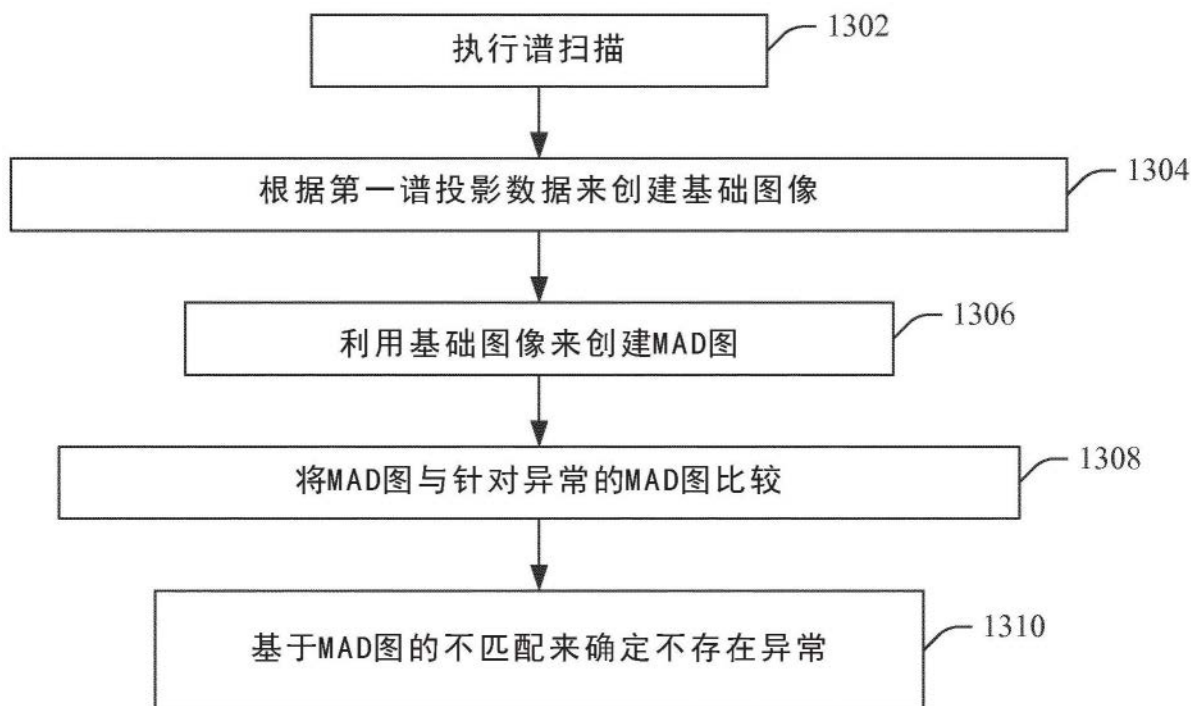


图13

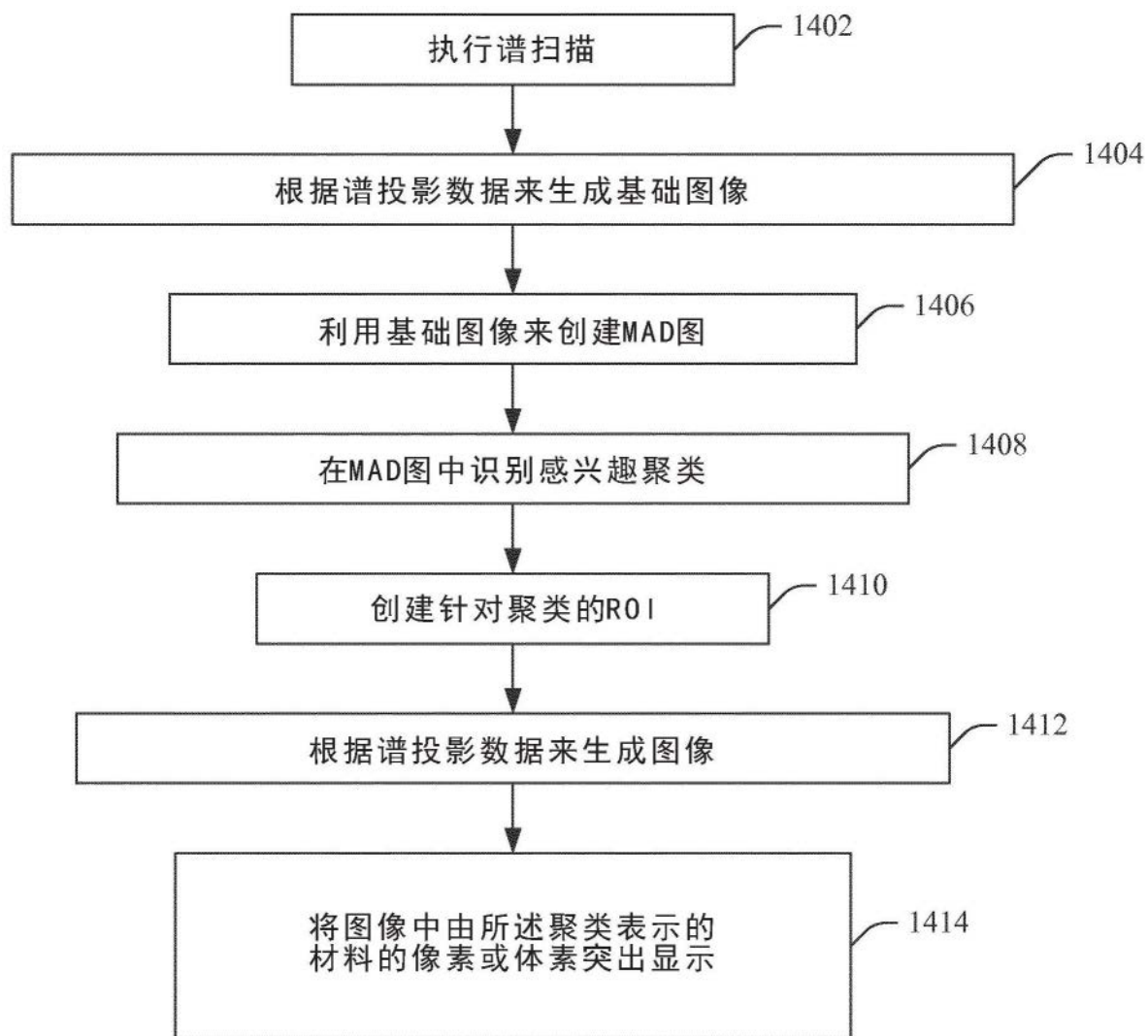


图14

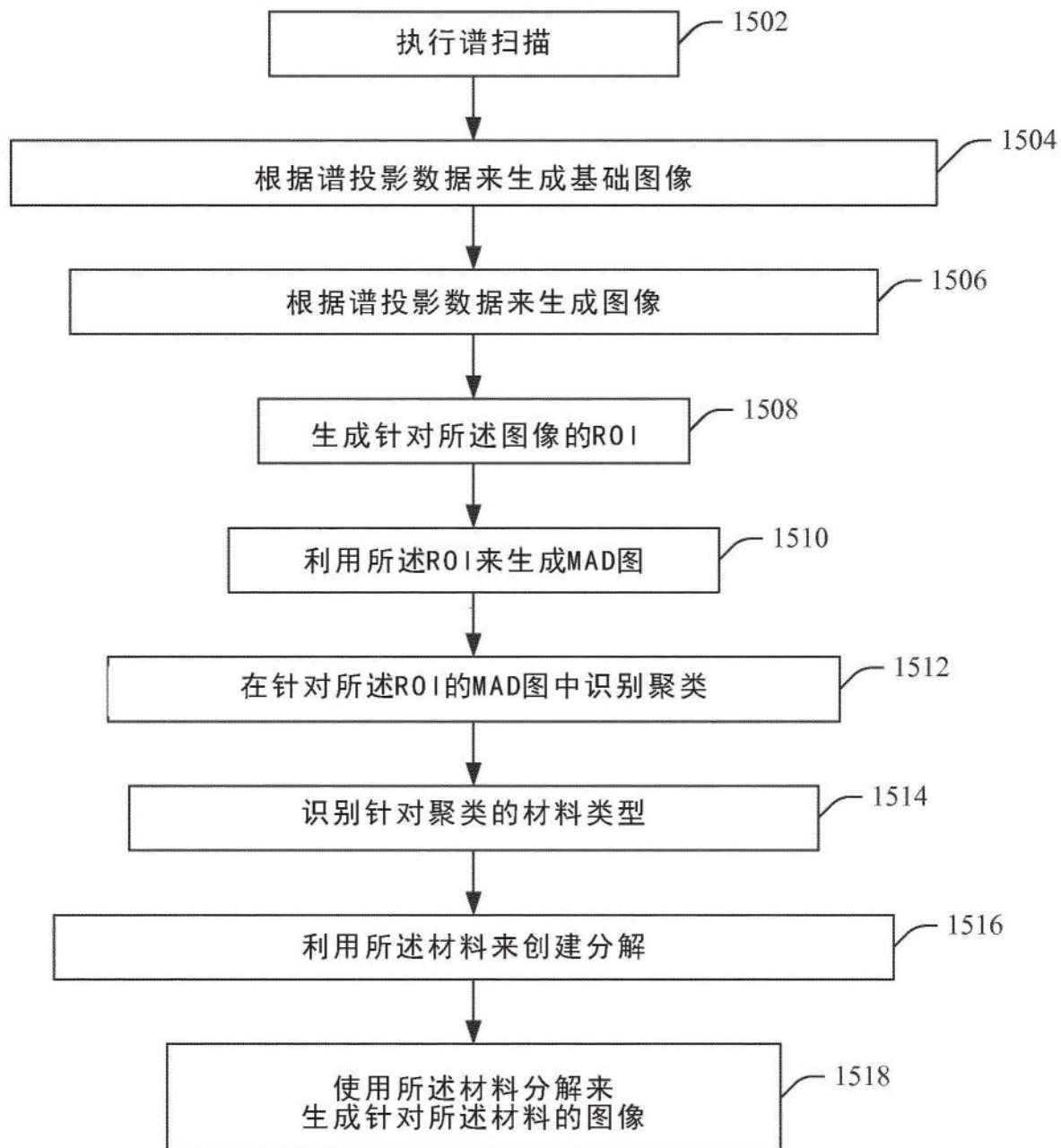


图15

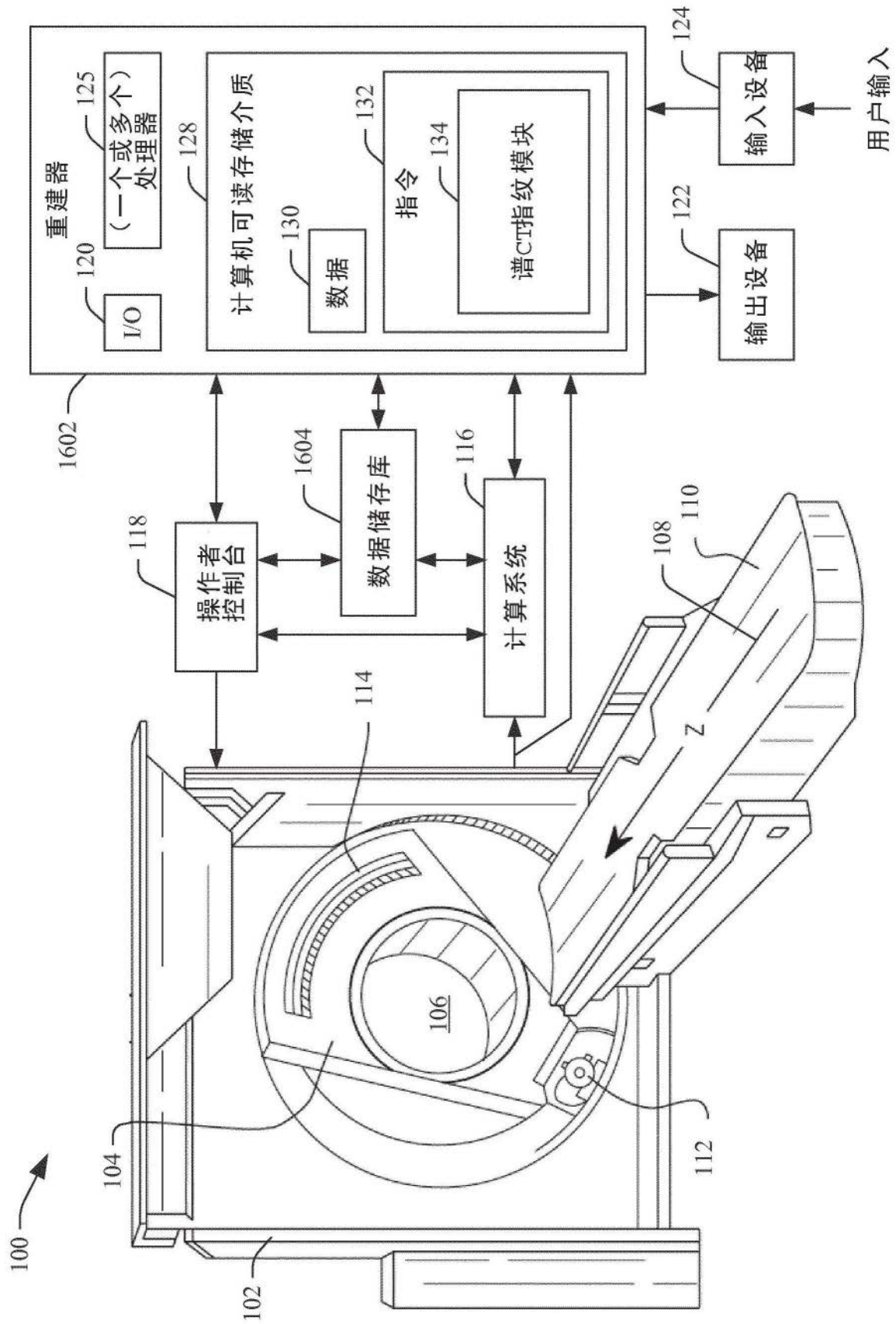


图16