



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105122300 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201480015630. 4

(22) 申请日 2014. 03. 14

(30) 优先权数据

61/787, 489 2013. 03. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/059770 2014. 03. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/141163 EN 2014. 09. 18

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 R·维姆科 T·比洛 A·戈森

K·埃哈德 M·贝格特尔特

H·S·黑泽

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int. Cl.

G06T 5/50(2006. 01)

A61B 6/00(2006. 01)

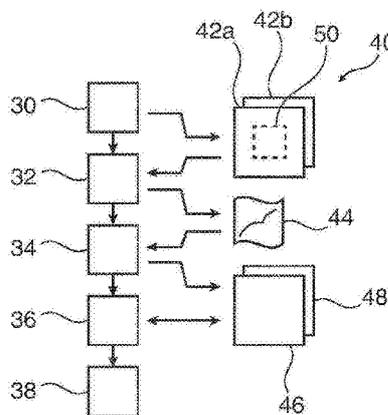
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

根据双能量图像确定剩余模式图像

(57) 摘要

数字图像 (40) 包括具有与不同的能量水平有关的强度的像素。一种用于处理所述数字图像 (40) 的方法,包括以下步骤:接收所述数字图像 (40) 的第一图像数据 (42a) 和第二图像数据 (42b),所述第一图像数据 (42a) 对第一能量水平进行编码并且所述第二图像数据 (42b) 对第二能量水平进行编码;根据所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 来确定回归模型 (44),所述回归模型 (44) 建立所述第一图像数据 (42a) 的像素的强度与所述第二图像数据 (42b) 的像素的强度之间的相关性;并且,根据所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 来计算剩余模式图像数据 (46),使得所述剩余模式图像数据 (46) 的像素具有基于所述第二图像数据 (42b) 在所述像素处的强度和所述第一图像数据 (42a) 的像素的相关强度之间的差的强度,所述相关强度通过将回归模型应用到所述第一图像数据 (42a) 的像素的强度来确定。



1. 一种用于处理数字图像 (40) 的方法, 所述数字图像包括具有与不同的能量水平有关的强度的像素, 所述方法包括以下步骤:

接收所述数字图像 (40) 的第一图像数据 (42a) 和第二图像数据 (42b), 所述第一图像数据 (42a) 对第一能量水平进行编码, 并且所述第二图像数据 (42b) 对第二能量水平进行编码;

根据所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 来确定回归模型 (44), 所述回归模型 (44) 建立所述第一图像数据 (42a) 的像素的强度与所述第二图像数据 (42b) 的像素的强度之间的相关性;

根据所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 来计算剩余模式图像数据 (46), 使得所述剩余模式图像数据 (46) 的像素具有基于所述第二图像数据 (42b) 在所述像素处的强度与所述第一图像数据 (42a) 的所述像素的相关强度之间的差的强度, 所述相关强度是通过将所述回归模型应用到所述第一图像数据 (42a) 的像素的所述强度来确定的。

2. 如权利要求 1 所述的方法,

其中, 所述回归模型 (44) 是非线性模型。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 还包括以下步骤:

选择所述数字图像 (40) 的区域 (50),

其中, 所述回归模型 (44) 是根据仅所选择的区域 (50) 的像素来确定的, 并且 / 或者所述剩余模式图像数据 (46) 是针对仅所选择的区域 (50) 的像素来确定的。

4. 如前述权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

计算主导模式图像数据 (48), 其中, 所述主导模式图像数据 (48) 的像素的强度是基于所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 的所述像素关于所述回归模型 (44) 的相关分量的。

5. 如前述权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

通过将所述图像数据与所述剩余模式图像数据 (46) 进行叠加来将所述剩余模式图像数据 (46) 连同另外的图像数据 (42a、42b、48) 一起显示在显示设备 (16) 上。

6. 如前述权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

通过在显示设备 (16) 上 (通过用户命令) 切换所述图像数据与所述剩余模式图像数据 (46) 来将所述剩余模式图像数据 (46) 连同另外的图像数据 (42a、42b、48) 一起显示在所述显示设备 (16) 上。

7. 如前述权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

通过将所述图像数据与所述剩余模式图像数据 (46) 进行阿尔法融合来将所述剩余模式图像 (46) 连同另外的图像数据 (42a、42b、48) 一起显示在显示设备 (16) 上。

8. 如前权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

对所述剩余模式图像数据 (46) 应用阈值强度, 使得所述剩余模式图像数据 (46) 中具有在所述阈值强度以下的强度的像素被丢弃。

9. 如权利要求 8 所述的方法,

其中, 所述阈值强度被确定, 使得所述剩余模式图像数据 (46) 的欧拉特性在所述阈值强度处下降到预定数值以下。

10. 如前述权利要求中的任一项所述的方法, 还包括以下步骤:

利用 X 射线探测器布置 (12) 来记录所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b), 所述 X 射线探测器布置 (12) 适于采集不同的 X 射线能量水平处的 X 射线。

11. 一种用于处理数字图像数据的计算机程序, 所述计算机程序在由处理器执行时, 适于执行如前述权利要求中的任一项所述的方法的步骤。

12. 一种计算机可读介质, 其上存储有如权利要求 11 所述的计算机程序。

13. 一种用于 X 射线成像系统的控制器 (14), 其适于执行如权利要求 1 至 10 中的任一项所述的步骤。

14. 一种 X 射线成像系统 (10), 包括:

探测器布置 (12), 其用于利用第一能量水平的 X 射线来记录第一图像数据 (42a), 并且用于利用第二能量水平的 X 射线来记录第二图像数据 (42b);

如权利要求 13 所述的控制器 (14), 其适于根据所述第一图像数据 (42a) 和所述第二图像数据 (42b) 来生成剩余模式图像数据 (46);

显示设备 (16), 其用于显示所述剩余模式图像数据。

根据双能量图像确定剩余模式图像

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于处理数字图像的方法、计算机程序、计算机可读介质和控制器,所述数字图像包括具有与记录的不同的能量水平有关的强度的像素。另外,本发明涉及一种 X 射线成像系统。

背景技术

[0002] 在医学成像(例如,X 射线乳房摄影术)中,患者的感兴趣区域(例如乳房)的透射图可以通过探测 X 射线来记录,所述 X 射线在穿过所述感兴趣区域后落在传感器或探测器上。在此之后,这些图像可以被显示并且医师或者类似的技术人员可以决定所述感兴趣区域中是存在恶性还是良性变化。

[0003] X 射线成像系统可以包括能量区分的探测器,即,适于在不同能量的 X 射线之间进行区别并且在处于不同的能量水平的记录图像的 X 射线之间进行区别的探测器。例如,双能量探测器可以产生具有完全相同的几何结构和解剖区域的两幅能量图像。

[0004] US 8165379B2 示出了一种乳房摄影系统,其适于记录低能量和高能量图像。

[0005] 两幅互补的能量图像可以示出能够帮助区分可见团块可能是恶性或良性的信息。然而,根据双能量图像来计算恶性特征的方式目前还不清楚。

发明内容

[0006] 可能存在这样的需要:通过提升在不同能量水平记录的感兴趣区域的图像来支持医师。

[0007] 该需要可以通过独立权利要求的主题得以满足。根据从属权利要求和以下说明,另外的示范性实施例是显而易见的。

[0008] 本发明的一个方面涉及一种用于处理数字图像的方法,所述数字图像包括具有与不同的能量水平有关的强度的像素。即,所述图像的每个像素能够与至少两个强度相关联,所述至少两个强度已在不同的能量水平被记录。所述数字图像可以是数字 X 射线图像,并且所述能量可以与记录所述数字 X 射线图像期间的不同的 X 射线能量有关。

[0009] 所述方法包括以下步骤:接收数字图像的第一图像数据和第二图像数据,所述第一图像数据对第一能量水平进行编码,并且所述第二图像数据对第二能量水平进行编码;根据所述第一图像数据和所述第二图像数据来确定回归模型,所述回归模型建立所述第一图像数据的像素的强度与所述第二图像数据的像素的强度之间的相关性;并且,根据所述第一图像数据和所述第二图像数据来计算剩余模式图像数据,使得所述剩余模式图像数据的像素具有基于所述第二图像数据在所述像素处的强度与所述第一图像数据的所述像素的相关强度之间的差的强度,所述相关强度通过将回归模型应用到所述第一图像数据的所述像素的强度来确定。

[0010] 本发明的基本思想可以被视为两幅能量图像,即,第一能量图像和第二能量图像(由所述第一(能量)图像数据和所述第二(能量)图像数据表示)被记录并且评估,使得

新的信息从两幅能量图像中被提取,所述新的信息不能通过简单地比较所述两幅能量图像而直接看出。该新的信息可以利用所述剩余模式图像来可视化。

[0011] 例如,为了提取所述新的信息,可以分析所述两幅能量图像之间的相关性,并且可以基于所述相关性来建立回归模型。所述回归模型可以用于根据所述第一能量图像中的相同像素的强度来预测所述第二能量图像中的每个像素的强度。

[0012] 为了将所述新的信息可视化,可以在所述回归模型的辅助之下计算新的图像(由相应的图像数据表示)。例如,所述剩余模式图像(由所述剩余模式图像数据表示)可以显示所述第二图像中不能根据所述第一图像来预测的信息,即,新的信息。另外,主导模式图像(由主导模式图像数据表示)可以显示所述两幅能量图像中高度相关的分量。

[0013] 总结一下,利用如以上和以下所描述的方法,根据两幅能量图像对恶性特征的计算可以被改进。为此,利用所述剩余模式图像,可以建立所述第二能量图像中的哪部分显著地向所述第一能量图像增加信息。

[0014] 本发明的另外的方面涉及一种计算机程序、计算机可读介质和控制器,其适于执行如以上和以下所描述的方法的步骤。计算机可读介质可以是软盘、硬盘、USB(通用串行总线)存储设备、RAM(随机存取存储器)、ROM(只读存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)或者闪存存储器。控制器可以包括用于执行计算机程序的处理器,所述计算机程序可以被存储在控制器的存储器中。

[0015] 本发明的另一方面涉及一种X射线成像系统,其包括:探测器布置,其用于利用第一能量水平的X射线来记录第一图像数据并且用于利用第二能量水平的X射线来记录第二图像数据;控制器,其适于根据所述第一图像数据和所述第二图像数据来生成剩余模式图像数据;以及显示设备,其用于显示所述剩余模式图像数据。例如,所述X射线成像系统可以是乳房摄影工作站。

[0016] 然而,也可能图像数据在第一位置处被记录并且在第二位置处被处理,例如,在被远程连接到X射线设备的工作站。

[0017] 必须理解,如以上和以下描述的方法的特征可以是如以上和以下描述的X射线成像系统的特征。

[0018] 如果技术上可能但是没有明确地提及,还有以上和以下描述的本发明的实施例的组合,并且特别地,从属权利要求的组合可以是所述方法和所述系统的实施例。

[0019] 参考下文中描述的实施例,本发明的这些和其他特征将是显而易见的并将得以阐述。

附图说明

[0020] 图1示意性示出了根据本发明的实施例的X射线成像系统;

[0021] 图2示出了根据本发明的实施例的用于处理图像数据的方法的流程图;

[0022] 图3示意性示出了根据本发明的实施例的用于X射线成像系统的显示设备;

[0023] 图4示出了针对两幅图像的能量强度的相关性的范例;

[0024] 图5示出了根据本发明的实施例的利用用于处理图像数据的方法而生成的主导模式图像和剩余模式图像的范例;

[0025] 图6示出了根据本发明的实施例的利用用于处理图像数据的方法而生成的主导

模式图像和剩余模式图像的范例。

具体实施方式

[0026] 图 1 示出了 X 射线成像系统 10, 其包括: 探测器布置 12、控制器 14、以及显示设备 16。

[0027] 探测器布置 12, 其可以由控制器 14 控制, 所述探测器布置适于记录感兴趣对象 18 (例如乳房) 的处于两个不同的能量水平的数字图像。例如, 探测器布置 12 可以包括能量区分的探测器 20 或者适于在不同的时间生成处于不同的能量水平的 X 射线辐射的 X 射线源 22。

[0028] 图 2 示出了针对用于处理数字图像 40 的方法的流程图, 所述数字图像 40 能够是由探测器布置 12 记录的。所述方法能够由控制器 14 来执行, 例如所述控制器 14 可以包括运行相应的计算机程序的处理器。

[0029] 在步骤 30 中, 数字图像 40 在控制器 14 中被记录和接收。如已经提及的, 控制器 14 能够以如下的方式控制探测器布置 12: 例如, 利用能量区分的探测器 20, 以不同的能量水平记录数字图像数据 42a、42b。

[0030] 应该指出, 图像 40 和它的部分 42a、42b 可以同时或者在短的时间段期间被记录。以此方式, 图像 40 可以示出感兴趣区域 18 的相同几何结构和 / 或相同的解剖区域 18。

[0031] 根据本发明的实施例, 所述方法包括以下步骤: 利用 X 射线探测器布置 12 记录第一图像数据 42a 和第二图像数据 42b, 所述 X 射线探测器布置 12 适于采集不同的 X 射线能量水平处的 X 射线。

[0032] 在此之后, 在控制器 14 中接收数字图像 40。所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b (或能量图像数据 42a、42b) 中的每个包括与强度相关联的像素, 所述强度与在各自的像素处的各自的能量水平的强度相关。所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 可以在像素中具有相同的尺寸 (如表示感兴趣区域上的相同视野)。必须指出, 数字图像 40 可以包括与多于两个能量水平相关联的多于两个图像数据集 42a、42b。

[0033] 根据本发明的实施例, 所述方法包括以下步骤: 接收所述数字图像 40 的第一图像数据 42a 和第二图像数据 42b, 所述第一图像数据 42a 对第一能量水平进行编码, 并且所述第二图像数据 42b 对第二能量水平进行编码。

[0034] 在步骤 32 中, 根据所述第一图像数据 42a 和第二图像数据 42b 来确定回归模型。

[0035] 图 4 示出了两个能量图像数据集 42a、42b 的强度的逐像素散布图的范例, 其示出了高的但是非线性的相关性。所述两个能量图像数据集之间的该相关性被分析以生成回归模型 44。

[0036] 例如, 回归模型 44 是将第一图像数据 42a 的像素的强度映射到第二图像数据 42b 的强度的映射。换言之, 利用所述回归模型, 所述第二图像数据 42b 的每个像素的强度可以根据所述第一图像数据 42a 中的相应的强度来预测。

[0037] 根据本发明的实施例, 所述方法包括以下步骤: 根据所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 来确定回归模型 44, 所述回归模型 44 建立所述第一图像数据 42a 的像素的强度与所述第二图像数据 42b 的像素的强度之间的相关性。

[0038] 所述回归模型 44 可以针对整个图像区 (即, 图像数据 42a、42b 的所有像素) 或者

仅针对选定的区域 50 而被导出,可以由用户选择,如以下将解释。

[0039] 根据本发明的实施例,所述回归模型 44 根据仅选定的区域 50 的像素而被确定。

[0040] 如能够从图 4 中看出,两个图像数据集 42a、42b 之间的相关性可以是非线性的。因此,可能建立非线性回归模型,例如,分段线性模型或支持向量回归模型。

[0041] 根据本发明的实施例,所述回归模型 44 是非线性模型。

[0042] 然而,所述回归模型也可以是线性的,并且可以例如基于线性去相关技术,如主分量分析。

[0043] 在步骤 34 中,借助于回归模型 44,根据所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 来计算剩余模式图像数据 46 和 / 或主导模式图像数据 48。

[0044] 利用所述回归模型 44,所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 可以被比较和分析。特别地,可以利用所述回归模型 44 将一个图像数据集 42a 的像素的强度与和另一个图像数据集 42b 的相应像素的强度可比的强度进行映射。在此背景下,相应像素可以是在相同位置处的像素,其可以具有相同的坐标。

[0045] 通过从所述另一个图像数据集 42b 的强度减去所述一个图像数据集 42a 的所映射的强度,可以计算包括所述相关性的残值的剩余模式图像(由剩余模式图像数据 46 表示),即,由所述第二图像数据 42b 增加的新的信息,所述新的信息不能借助于回归模型 44 根据所述第一图像数据 42a 来预测。

[0046] 根据本发明的实施例,所述方法包括以下步骤:根据所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 来计算剩余模式图像数据 46,使得所述剩余模式图像数据 46 的像素具有基于所述第二图像数据 42b 在所述像素处的强度与所述第一图像数据 42a 的所述像素的相关强度之间的差的强度,所述相关强度通过将回归模型应用到所述第一图像数据 42a 的像素的强度来确定。

[0047] 所述剩余模式图像数据 42a 可以用于对所述第二图像数据 42b 的哪个部分真正向所述第一图像数据 42a 增加数据(即,是非冗余的并且不能简单地根据所述第一图像数据来预测)进行可视化。

[0048] 额外地或备选地,可以计算所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 中根据彼此可预测的部分。同样地,使用所述回归模型 44,可以计算主导模式图像(由主导模式图像数据 48 表示),其包含主导模式,即,两幅能量图像之间的高度相关的分量。

[0049] 根据本发明的实施例,所述方法还包括以下步骤:计算主导模式图像数据 48,其中,所述主导模式图像数据 48 的像素的强度基于所述第一图像数据 42a 和所述第二图像数据 42b 的像素的关于所述回归模型 44 的相关分量。

[0050] 图 5 和图 6 示出了主导模式图像 48 和剩余模式图像 46 的范例,其被相邻地描绘并且可以在显示设备 16 上以所示出的方式被显示,如以下将解释的。

[0051] 在步骤 36 中,所述剩余模式图像数据 46 可以进一步被分析以找到强度阈值,在所述强度阈值之上,强度差异能够被认为是有意义的,例如,以去除噪声。

[0052] 如能够从图 6 中看出,剩余模式图像数据 46 可以主要包括噪声。可以设置强度阈值,在所述强度阈值之上,与所述主导模式图像数据 48 的偏差能够被认为是有意义的。

[0053] 这样建立的所述剩余模式图像数据 46 的阈值强度可以用于显示仅在特定噪声水平之上的像素。

[0054] 根据本发明的实施例,所述方法还包括以下步骤:将阈值强度应用到所述剩余模式图像数据 46,使得所述剩余模式图像数据 46 的具有所述阈值强度之下的的强度的像素被丢弃。

[0055] 例如,所述剩余模式图像数据 46 的噪声水平可以借助于欧拉特性的曲线而被分析,即,针对每个可能的阈值,对孔和串滴的数量进行计数,以建立欧拉直方图。在单轮中在所述剩余模式图像数据 46 内针对可能的阈值同时建立欧拉特性的技术是已知的。阈值强度可以根据在其处欧拉特性下降到预定数值以下的曲线位置(指示所述剩余模式图像数据 46 中较大的空间结构)来导出。

[0056] 根据本发明的实施例,确定阈值强度,使得剩余模式图像数据 46 的欧拉特性在所述阈值强度处下降到预定数值以下。

[0057] 在步骤 38 中,剩余模式图像数据 46 和 / 或主导模式图像数据 48 被显示在显示设备 16 上。

[0058] 图 3 示出了显示设备 16 的屏幕内容的范例,显示设备 16 可以是 CRT 或 LCD 或类似的设备。

[0059] 每个图像数据集 42a、42b、46、48 可以被显示在显示设备上。例如,如图 3 中所指示的,可以与主导模式图像 48 分开地呈现剩余模式图像 46 作为额外的图像。备选地或者额外地,(至少部分的)所述剩余模式图像 46 可以被呈现为到主导模式图像 48(或其他能量图像 42a、42b)上的叠加或阿尔法融合,或者针对整个图像区或者仅针对选定的区域 50。

[0060] 可能剩余模式图像 46 被呈现为到主导模式图像 48 的叠加,例如,作为颜色叠加,其中,不透明度是由剩余模式图像 46 的强度来确定的。

[0061] 颜色叠加的程度或以由用户手动地控制,例如,利用滑块 54 或利用鼠标滚轮。

[0062] 根据本发明的实施例,所述方法还包括以下步骤:通过将图像数据与另外的图像数据 46 进行叠加来将剩余模式图像数据 46 连同另外的图像数据 42a、42b、48 一起显示在显示设备 16 上。

[0063] 所述另外的图像数据可以以上以下中的一个:第一图像数据 42a、第二图像数据 42b、以及主导图像数据 48。

[0064] 另外,可能的是,例如,借助于切换按钮 52,剩余模式图像 46 被切换由所述另外的图像 42a、42b 代替。用户可以手动地控制对图像的切换。

[0065] 根据本发明的实施例,所述方法还包括以下步骤:通过由用户命令在显示设备 16 上切换图像数据与剩余模式图像数据 46 来将所述剩余模式图像数据 46 连同另外的图像数据 42a、42b、48 一起显示在显示设备 16 上。

[0066] 作为另外的可能,可以以灰度并且由所述其他图像数据 42a、42b、48 代替地来逐渐地对所述剩余模式图像 36 进行阿尔法融合。例如,阿尔法融合程度或二值切换可以由用户手动地控制,例如,利用滑块 54 或鼠标滚轮。

[0067] 根据本发明的实施例,所述方法还包括以下步骤:由用户命令通过将图像数据与所述剩余模式图像数据 46 进行阿尔法融合,来将所述剩余模式图像数据 46 连同另外的图像数据 42a、42b、48 一起显示在显示设备 16 上。

[0068] 在显示设备 16 上,也可以由用户选择图像 42a、42b、46、48 中的一个的区域 50。例如,可以利用鼠标来选择矩形。

[0069] 所述选定的区域 50 可以用于定义根据其回归模型 44 被确定的数字图像 40 中的区域,即,可以根据整个图像 40 或仅根据图像 40 的部分来确定回归模型 44。

[0070] 选定的区域 50 也可以用于定义图像 42a、42b、48 中的一个中的区域,所述剩余模式图像数据 46 被叠加到或阿尔法融合到所述图像 42a、42b、48 中的一个中的区域。

[0071] 根据本发明的实施例,仅针对仅所述选定的区域 50 的像素显示所述剩余模式图像数据 46。

[0072] 另外,当被相邻显示时,两幅图像可以被链接,使得在两幅图像中的任一幅中的鼠标点击或移动示出在另一图像中的相应位置的准星。

[0073] 额外地,用户可以在图像 42a、42b、46、48 中自由地移动选定的区域(像神奇的放大镜一样)。因而,所述方法可以由用户像神奇的放大镜玻璃一样交互地操纵而被作为整体应用到多个能量图像上,或者应用到局部感兴趣区域。

[0074] 尽管已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明,但是这样的图示和描述应当被认为是说明性或示范性的,而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践请求保护的被发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求书中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或控制器或其他单元可以履行权利要求书中所记载的若干个项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求书中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

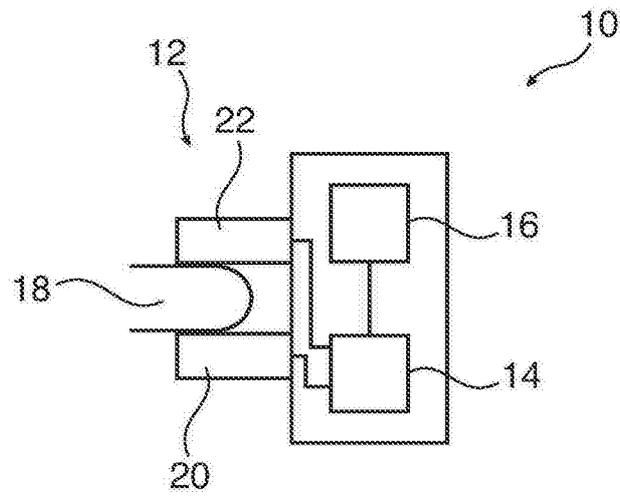


图 1

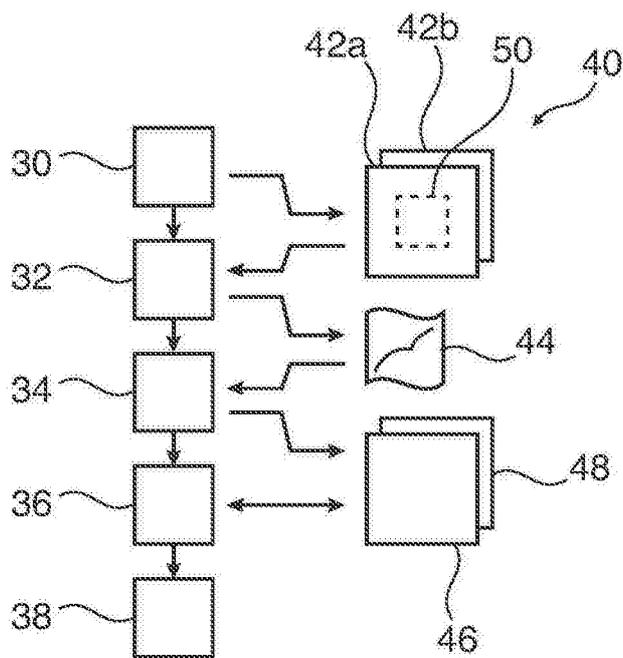


图 2

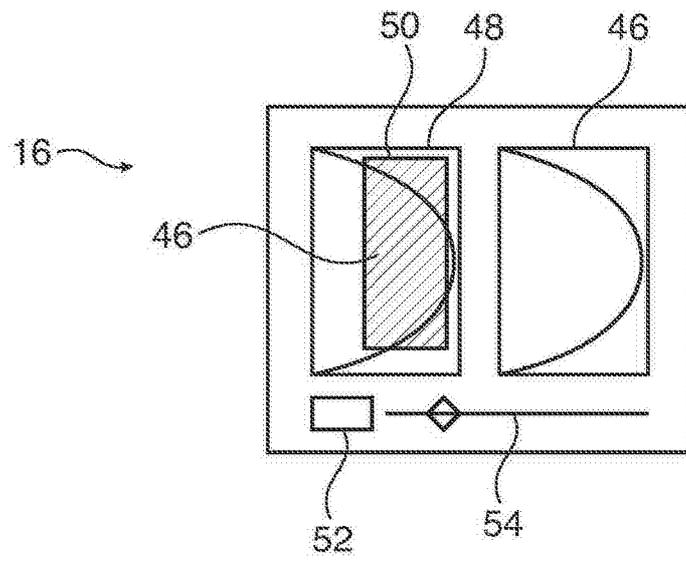


图 3

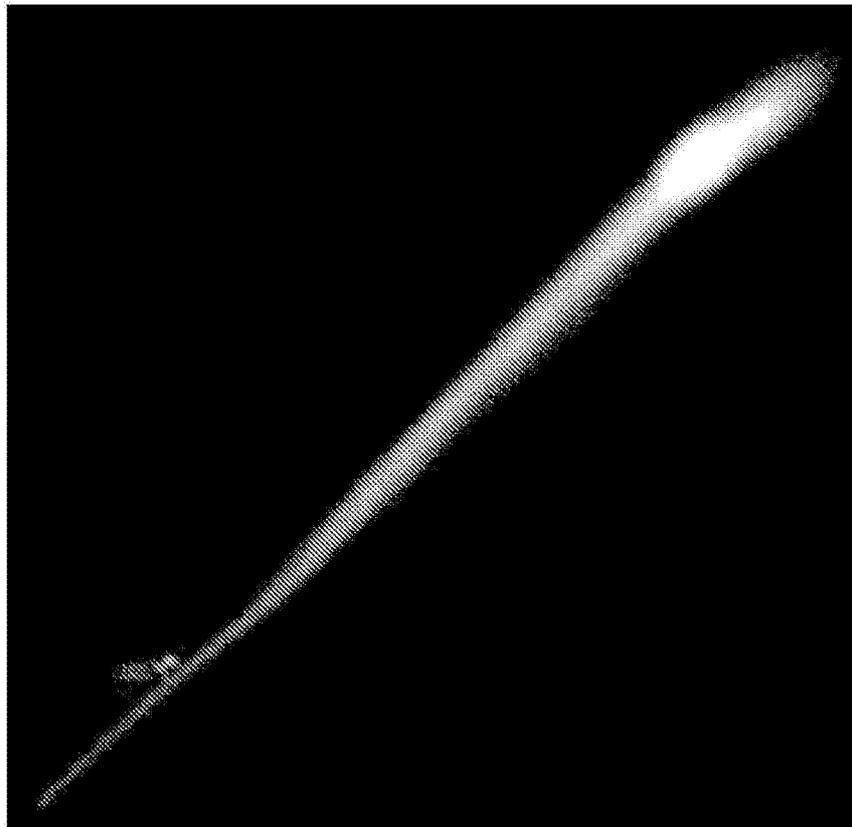


图 4



图 5

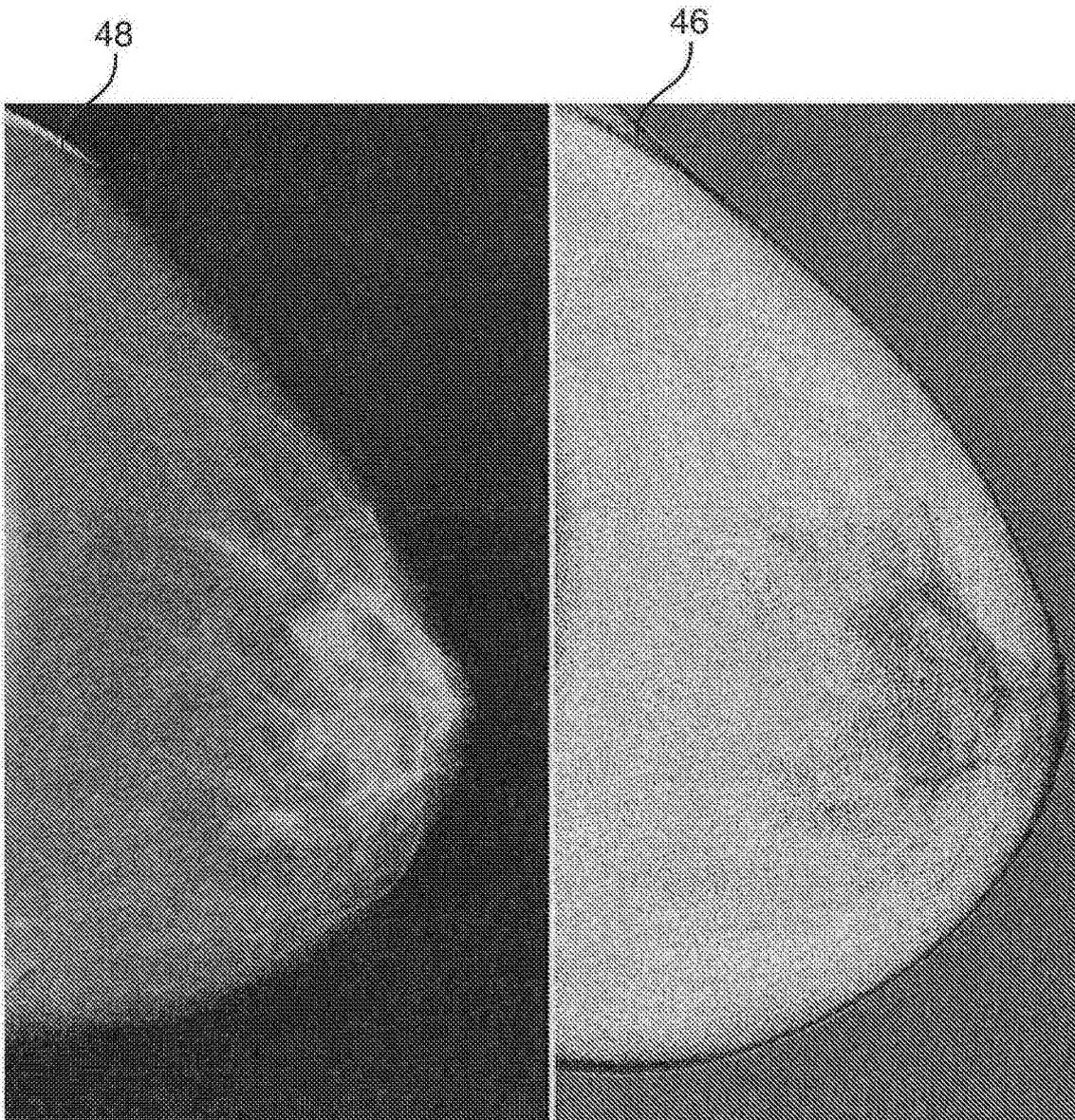


图 6