



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105705083 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201480059781. X

A61B 5/00(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 08. 25

A61B 90/00(2016. 01)

(30) 优先权数据

G01J 5/00(2006. 01)

1315375. 4 2013. 08. 29 GB

G06K 9/62(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 04. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2014/050759 2014. 08. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/029022 EN 2015. 03. 05

(71) 申请人 真实影像股份有限公司

地址 以色列机场市

(72) 发明人 埃亚尔·纳伊米

以色列波阿斯·阿诺 约尔·阿瑞利

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所

(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51) Int. Cl.

A61B 5/01(2006. 01)

权利要求书3页 说明书19页 附图19页

(54) 发明名称

表面模拟

(57) 摘要

本发明提供一种成像方法包括:接收弯曲的本体部的空间热表示,其中所述空间热表示包括与空间数据相关联的热图像;以及产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示的所述空间数据和所述弯曲的本体部的一类型的预定的热力学逻辑。



1. 一种成像方法,其特征在于,包括:

接收弯曲的本体部的空间热表示,其中所述空间热表示包括与空间数据相关联的热图像;以及

产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示的所述空间数据和所述弯曲的本体部的一类型的的预定的热力学逻辑。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括比较所述空间热表示与所述理论热模拟。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,还包括检测在所述弯曲的本体部分中的异常,其中所述检测根据所述空间热表示与所述理论热模拟的所述比较。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,还包括逆向求解(back-solving)在所述弯曲的本体部内的所述异常的一参数。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述逆向求解(back-solving)包括:

产生在所述弯曲的本体部内的一理论肿瘤的多个附加的理论热模拟,其中,在多个附加的理论热模拟的每个模拟,所述理论肿瘤的一参数被调整;以及

比较所述空间热表示与所述多个附加的理论热模拟,以确定所述多个附加的理论热模拟的哪一个模拟为最接近所述表示。

6. 根据权利要求4和5中之一所述的方法,其特征在于,所述异常的所述参数为选自所述群组,所述群组其构成为:在所述弯曲的本体部内部的所述异常的位置,所述异常的尺寸,所述异常的形状,以及所述异常的类型。

7. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述空间热表示回应于冷应力(cold stress)试验。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述预定热力学逻辑是受理论冷应力(cold stress)测试的影响。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述弯曲的本体部的类型的所述预定的热力学逻辑,其为基于健康受测者来被计算。

10. 根据权利要求1至9任一所述的方法,其特征在于,所述弯曲的本体部,包括一个或多个乳房。

11. 一种成像系统,其特征在于,包括:

一成像装置;

一硬件数据处理器被配置为:

(a)产生弯曲的本体部的空间热表示,其中所述空间热表示包括与空间数据相关联的热图像;以及

(b)产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示的所述空间数据和所述弯曲的本体部的一类型的的预定的热力学逻辑。

12. 根据权利要求11所述的成像系统,其特征在于,所述硬件数据处理器,还配置为,比较所述空间热表示与所述理论热模拟。

13. 根据权利要求12所述的成像系统,其特征在于,所述硬件数据处理器,还配置以检测出现所述弯曲的本体部的异常,其中所述检测根据所述空间热表示与所述理论热模拟的所述比较。

14. 根据权利要求13所述的成像系统,其特征在于,所述硬件数据处理器,还被配置来在所述弯曲的本体部内的所述异常中逆向求解(back-solve)一参数。

15. 根据权利要求14所述的成像系统,其特征在于,所述逆向求解(back-solve)包括:

产生多个在所述弯曲的本体部内的理论肿瘤的附加的理论热模拟,其中,在多个附加的理论热模拟的每个模拟,所述理论肿瘤的参数被调整;以及

比较所述空间热表示与所述多个附加的理论热模拟的所述模拟,以确定所述多个附加的理论热模拟的哪一个模拟为最接近所述表示。

16. 根据权利要求14和15中任一所述的成像系统,其特征在于,所述异常的所述参数为选自下述群组包含有:在所述弯曲的本体部内部的所述异常的位置,所述异常的尺寸,所述异常的形状,以及所述异常的类型。

17. 根据权利要求13所述的成像系统,其特征在于,所述空间热表示回应于冷应力(cold stress)试验,从而提高了所述异常和邻近所述异常的正常组织之间的对比度。

18. 根据权利要求17所述的成像系统,其特征在于,所述预定热力学逻辑为受理论冷应力(cold stress)测试的影响。

19. 根据权利要求11所述的成像系统,其特征在于,所述弯曲的本体部的类型的所述预定的热力学逻辑基于健康受测者被计算。

20. 根据权利要求11至19任一所述的成像系统,其特征在于,所述弯曲的本体部,包括一个或多个乳房。

21. 根据权利要求11至19任一所述的成像系统,其特征在于,其中所述成像装置,包括一热成像装置和一可见光成像装置。

22. 一种成像方法,其特征在于,包括:

接收一弯曲的本体部的空间数据;以及

产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示的所述空间数据和基于所述弯曲的本体部的一类型的预定的热力学逻辑。

23. 根据权利要求22所述的方法,其特征在于,还包括接收所述弯曲的本体部的空间热表示,其中所述空间热表示包括所述空间数据,以及与空间数据相关联的热图像。

24. 根据权利要求23所述的方法,其特征在于,还包括比较所述空间热表示与所述理论热模拟。

25. 根据权利要求24所述的方法,其特征在于,还包括检测在所述弯曲的本体部中的异常,其中所述检测根据所述空间热表示与所述理论热模拟的所述比较。

26. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,还包括逆向求解(back-solving)在所述弯曲的本体部内的所述异常的一参数。

27. 根据权利要求26所述的方法,其特征在于,所述逆向求解(back-solving)包括:

产生多个在所述弯曲的本体部内的理论肿瘤的附加的理论热模拟,其中,在多个附加的理论热模拟的每个模拟,所述理论肿瘤的参数被调整;以及

比较所述空间热表示与所述多个附加的理论热模拟,以确定所述多个附加的理论热模拟的哪一个模拟为最接近所述表示。

28. 根据权利要求26和27中任一所述的方法,其特征在于,所述异常的所述参数为选自下述群组包含有:在所述弯曲的本体部内部的所述异常的位置,所述异常的尺寸,所述异常

的形状,以及所述异常的类型。

29.根据权利要求25所述的方法,其特征在于,所述空间热表示回应于冷应力(cold stress)试验。

30.根据权利要求29所述的方法,其特征在于,所述预定热力学逻辑为受理论冷应力(cold stress)测试的影响。

31.根据权利要求22所述的方法,其特征在于,所述弯曲的本体部的类型的所述预定的热力学逻辑基于健康受测者被计算。

32.根据权利要求22至31所述的方法,其特征在于,所述弯曲的本体部,包括一个或多个乳房。

表面模拟

【技术领域】

[0001] 本发明涉及表面模拟。

【背景技术】

[0002] 本发明在其一些实施例中,涉及到红外线(IR)图像和辐射数据,并且更具体地,但不排他地,涉及由计算,即通过建模和分析来创建红外线(IR)图像、红外线(IR)数据和辐射测量数据。

[0003] 成像的使用在诊断医学追溯到早在1900年代。目前存在多种不同的成像模态用于医生处理方式上,允许软硬组织以及正常和病变组织的表示(representation)的成像。

[0004] 红外相机产生二维图像称为红外线(IR)图像。红外线(IR)图像一般是通过接收来自对象辐射的自体,在任意一个的多个红外波长范围和分析辐射以提供一种所述表面的二维辐射量测图(即温度),所述红外图像的形式可以是可视图像和相应的辐射数据中的一者或两者。

[0005] 美国专利第7,072,504号,其内容在此引入作为参考,公开了一种实现方法采用两个红外相机(左和右)在结合两个可见光相机(左和右)。红外相机被用来提供三维热敏成像(thermographic image),以及可见光相机被用来提供三维可见光图像,该三维热敏成像(thermographic image)和三维可见光图像以重叠的方式被显示给使用者。

[0006] 美国专利第7,292,719号,其内容通过引用结合到本文中,公开了一种系统用于确定在生物体中,存在或不存在的一个或多个热可区分的物件。

[0007] 还关注美国专利第6,442,419号,其公开了一种扫描系统包括红外线检测机构,进行360°从对象中数据提取,以及信号解码机构,其接收电信号从所述红外线检测机构,并集成所述信号转换成所述物体的三维轮廓的数据。

[0008] 美国专利第6,850,862号公开了一种装置,其使用辐射传感器来检测来自一受测者的不同的层的辐射,其辐射波长的范围可自无线电波至红外线波。

[0009] 美国专利第5,961,466号公开了由红外图像之快速时间序列所得的乳癌检测,所述快速时间序列是被分析来检测在不同皮肤区域上的体温调节频率的分布的变化。

【发明内容】

[0010] 以下实施例及其各个方面,系结合系统,工具和方法来被描述和举例说明,其意在示例和说明而并非限制范围。

[0011] 本发明根据一实施例,提供一种成像方法包括:接收弯曲的自体部的空间红外线(IR)表示(representation),其中所述空间红外线(IR)表示包括与空间数据(spatial data)相关的红外线(IR)图像;以及产生所述弯曲的自体部的计算的热模拟,其中,所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示(representation)的所述空间数据(spatial data)和基于所述弯曲的自体部的一种类型的预定的热力学逻辑。

[0012] 本发明根据一个实施例,还提供一种成像系统包括:成像装置,以及硬件数据处理

器被配置成:(a)产生弯曲的本体部的空间热表示(representation),其中所述空间热表示包括与空间数据(spatial data)相关联的热图像,以及(b)产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中理论热模拟的所述产生为基于所述表示(representation)的所述空间数据(spatial data)以及基于所述弯曲的本体部的一类型的预定的热力学逻辑。

[0013] 本发明根据一实施例,还提供一种成像方法包括:接收弯曲的本体部的空间数据(spatial data);以及产生所述弯曲的本体部的理论热模拟,其中所述理论热模拟的所述产生为基于所述表示(representation)的所述空间数据(spatial data)和基于所述弯曲的本体部的一类型的预定的热力学逻辑。

[0014] 在一些实施例中,所述方法还包括接收所述弯曲的本体部的空间热表示(representation),其中所述空间热表示(representation)包括所述空间数据(spatial data),以及与空间数据(spatial data)相关联的热图像。

[0015] 在一些实施例中,所述方法还包括还包括比较所述空间热表示(representation)与所述理论热模拟。

[0016] 在一些实施例中,所述方法还包括检测在所述弯曲的本体部分中的异常,其中所述检测根据所述空间热表示(representation)与所述理论热模拟的所述比较。

[0017] 在一些实施例中,所述方法还包括逆向求解(back-solving)在所述弯曲的本体部内的所述异常的一参数。

[0018] 在一些实施例中,所述逆向求解(back-solving)包括:产生在所述弯曲的本体部内的一理论肿瘤的多个附加的理论热模拟,其中,在多个附加的理论热模拟的每个模拟,所述理论肿瘤的一参数被调整;以及比较所述空间热表示(representation)与所述多个附加的理论热模拟,以确定所述多个附加的理论热模拟的哪一个模拟为最接近所述表示(representation)。

[0019] 在一些实施例中,所述异常的所述参数为选自所述群组,所述群组其构成为:在所述弯曲的本体部内部的所述异常的位置,所述异常的尺寸,所述异常的形状,以及所述异常的类型。

[0020] 在一些实施例中,所述空间热表示(representation)回应于冷应力(cold stress)试验,从而提高了所述异常和邻近所述异常的正常组织之间的对比度。

[0021] 在一些实施例中,所述预定热力学逻辑是受理论冷应力(cold stress)测试的影响。

[0022] 在一些实施例中,所述弯曲的本体部的类型的所述预定的热力学逻辑,其为基于健康受测者来被计算。

[0023] 在一些实施例中,所述弯曲的本体部,包括一个或多个乳房。

[0024] 在一些实施例中,所述硬件数据处理器,还配置为,比较所述空间热表示(representation)与所述理论热模拟。

[0025] 在一些实施例中,所述硬件数据处理器,还配置以检测出现所述弯曲的本体部的异常,其中所述检测根据所述空间热表示(representation)与所述理论热模拟的所述比较。

[0026] 在一些实施例中,所述硬件数据处理器,还被配置来在所述弯曲的本体部内的所述异常中逆向求解(back-solve)一参数。

[0027] 在一些实施例中,所述逆向求解(back-solve)包括:产生多个在所述弯曲的本体部内的理论肿瘤的附加的理论热模拟,其中,在多个附加的理论热模拟的每个模拟,所述理论肿瘤的一参数被调整;以及比较所述空间热表示(representation)与所述多个附加的理论热模拟的所述模拟,以确定所述多个附加的理论热模拟的哪一个模拟为最接近所述表示(representation)。

[0028] 在一些实施例中,其中所述成像装置,包括一热成像装置和一可见光成像装置。

[0029] 除了上述示例性的态样和实施例,其他态样和实施例,经由参照附图,以及经由下面的详细说明的研究,将变得显而易见。

【附图说明】

[0030] 示例性实施例,在附图中所示。组件的尺寸和图中所示的特征,通常为了表示的方便以及明确而被选择,并非一定依比例(scale)显示。以下列出附图。

[0031] 图1A示出了根据一个实施例之三维空间表示(representation)图示为非平坦表面;

[0032] 图1B示出了根据一个实施例之热敏成像(thermographic image)图示为平面的等温轮廓;

[0033] 图1C示出了根据一个实施例之合成红外线(IR)的图像经由映射(mapping)热敏成像(thermographic image)在所述三维空间表示(representation)的表面上来形成;

[0034] 图2示出根据一个实施例的方法的流程图适合于分析本体部的热图像;

[0035] 图3示出根据一个实施例之另一种方法的流程图适合于分析热图像的本体部;

[0036] 图4示出根据一个实施例之另一种方法的流程图适合于分析热图像的本体部;

[0037] 图5示出根据一个实施例之另一种方法的流程图适合于分析热图像的本体部;

[0038] 图6A示出根据一个实施例之红外线(IR)-空间成像系统的示意图;

[0039] 图6B示出根据一个实施例之红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0040] 图6C示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0041] 图7A示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0042] 图7B示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0043] 图7C示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0044] 图7D示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0045] 图7E示出根据一个实施例之另一种红外线(IR)-空间成像系统的操作原理示意图;

[0046] 图8A示出健康受试者的乳房的空间热表示的示意图;

[0047] 图8B示出所述健康受试者的所述乳房的空间热表示的示意图;

[0048] 图8C示出比较健康受试者的乳房的空间热表示与所述健康受试者的所述乳房的

所述理论的热模拟之间的示意图；

[0049] 图9A示出不健康受检者的乳房的空间热表示的示意图；

[0050] 图9B示出所述不健康受检者的所述乳房的空间热表示的示意图；以及

[0051] 图9C示出比较所述不健康受试者的所述乳房的空间热表示与所述不健康受试者的所述乳房的所述理论的热模拟之间的图片示意图。

【具体实施方式】

[0052] 本发明公开了一种成像方法，用于产生一种弯曲的本体部的热模拟。本发明的一些实施例中，涉及热成像，更特别地，但是非排它地，涉及红外线(IR)图像和热数据的创建和分析。

[0053] 在详细解释本发明至少一实施例之前，应当理解，本发明并不限于其中应用于结构的细节，组件的排列和/或方法中以下提出的描述和/或在附图和/或实施例中的示意说明。本发明可以其他实施例或可以被实践或以各种方式进行。

[0054] 根据一些实施例，成像方法可以包括产生，或者接收弯曲的本体部的已产生的空间热表示(representation)，诸如一个或多个女性乳房。此种空间热表示包括与弯曲的本体部的空间数据(spatial data)相关联的热(即，红外线(IR))图像。然后，弯曲的本体部的热模拟是基于表示(representation)的空间数据(spatial data)以及基于所述弯曲的本体部的类型的预定的热力学的逻辑。所述弯曲的本体部的类型的预定的热力学的逻辑可能是，例如，女性乳房的一般热力学行为。有利地，所述热力逻辑是基于女性乳房的通常情况下的数学模型，所述数学模型系基于健康受试者的乳房的热力学行为来被构建。

[0055] 在一些实施例中，所述空间的热表示及理论热模拟进行比较。每个所述空间的热表示(representation)及理论热模拟可以被构造成三维热图(heat map)，显示弯曲的本体部的不同区域的温度。因此，其比较可以包括由空间热表示(representation)减去理论热模拟，藉此得到介于由所述弯曲的本体实际所展现的热行为以及健康弯曲的本体部所述理论热行为之间的温度差的三维热图(heat map)。所述差异可能是在弯曲的本体部的异常指示，例如，在乳房中存在一个或多个肿瘤。术语“肿瘤”，在本文中，系指可能涉及异常的组织块，不论是恶性的(malignant)，预恶性的(pre-malignant)的或良性的(benign)。

[0056] 在一些实施例中，该方法还包括逆向求解(back-solve)在所述弯曲的本体部内异常的一参数。术语“逆向求解(back-solve)”，在此作为参考，可能涉及计算方法也称为“目标寻找(goal seeking)”，通常定义为能够向后计算以得到会导致给定输出的输入。本实施例的上下文中，所述输出是确定有肿瘤存在一个或多个乳房中，以及在所获得的空间热表示中肿瘤的所述特定表示。逆向求解(back-solve)的目的是根据肿瘤在空间热表示的形式来确定或至少估计实际(或接近实际)在弯曲的本体部的肿瘤的三维位置、尺寸、形状和/或密度。即，逆向求解(back-solve)过程所寻找的输入是乳房肿瘤的实际方位，而可以得到的输出是空间热表示中的肿瘤的所述表现形式。所述逆向求解(back-solve)可以进一步目的在于评价异常的类型，即对它进行分类为良性或恶性肿瘤，并且可选地，如果肿瘤是恶性的，从而判断它的阶段。

[0057] 逆向求解(back-solve)可如下进行：第一，本方法产生在弯曲的本体部内的理论肿瘤的多个额外的理论热模拟。换句话说，所述方法产生许多(例如数十，数百，数千或更

多)可能的输入,每一个是理论异常(肿瘤)是不同地被构成和设置在弯曲的本体部内部,即,异常的参数调节作为每一输入的后续产生。参数可以是,例如,在弯曲的本体部内的异常的位置,其形状和/或大小。

[0058] 然后,所述方法可以将空间热表示和所述多个输入(即,附加的理论热模拟)作比较,以决定那一个输入为接近于表示(representation)。例如,可以确定肿瘤的形状和大小A以及位于坐标B的特征,其所述空间热表示中的可视化异常的可能原因。

[0059] 在一些实施例中,受试者可以经受冷应力(cold stress)测试之前和/或在捕获热图像和空间数据(spatial data)的期间。冷应力(cold stress)测试可以包括,例如指示受试者握住冷物体,比如填充有冷冻液体的容器,用一只手或两只手。因此,所得到的空间热表示响应于对受试者的身体对冷应力(cold stress)测试的反应。冷应力试验增强异常和相邻异常的正常组织之间的对比度,因为冷可能不会影响血液流动到异常比血流到相邻异常的正常组织的降低有较高的水平。

[0060] 在一些实施例中,所述方法或至少其部分可以进行通过一种成像系统包括成像装置和硬件数据处理器。所述处理器可配置,例如(a)产生空间热表示,(b)产生所述弯曲的本体部理论热模拟。

[0061] 本发明的实施例提供了一种方法,其可以使热图像分析,即,为了确定图像显示了热可区分区的存在的可能性。当热图像是本体部,比如女性的乳房,本发明的实施例的分析可能有利地用于提取组织下面的属性,例如,热可区分区域存在本体部的可能性的确定,可能被用于评估是否所述本体部可能具有病变(pathology),例如肿瘤。

[0062] 根据本发明的一些实施例的分析,可基于从本体表面获得的表面信息。通常,被测量的表面信息可进行比较预测或可计算表面信息。在一些实施例中,本发明的表面比较可能涉及热可区分的区的可能性,即,肿瘤或发炎(inflammation),存在于上述本体部。

[0063] 升高的温度或温度不均匀或非均匀的温度模式通常可以与肿瘤相关,因为肿瘤的代谢异常和血管增殖(angiogenesis)于和/或接近肿瘤,以及乳房表面上。在癌性肿瘤中细胞可以双倍加速和因而可以更多的活性和生成更多的热量。这有助于提高肿瘤自身和周围的温度之间的温度差。本发明实施例中,因此可以有利地用于癌症的诊断,尤其是,但不限于乳癌。

[0064] 所述表面信息用于所述分析可包括空间信息以及任选的热信息。

[0065] 空间信息可包括数据有关于非平面的(即弯曲的)的表面几何特性,其可至少部分地包围三维体积。通常,非平坦表面可以是二维对象嵌入在三维空间中。从形式上说,非平坦表面可以由平滑连接和紧凑的黎曼2-流形(Riemannian 2-manifold)来促使的度量空间。理想地,所述非平面表面的几何特征将显式地提供,例如,所述斜率和曲率(或甚至其他空间导数或其组合)非平面表面的每一个点,并且,这些信息,可以很少可得到以及该空间信息可以提供做为非平面表面的采样样本,其可以是在黎曼2-流形(Riemannian 2-manifold)的一组点,以及其可以是足以说明黎曼2-流形(Riemannian 2-manifold)的拓扑结构。通常,非平面表面的空间信息可以是三维空间表示的简化版本,其可以是点云或基于所述点云的三维重建(即,多边形网格或曲线形的网格)。所述三维空间表示(representation)可以通过三维坐标系统来表达,例如,但不限于,平面,球面,椭球面,三维抛物线或抛物线形的坐标的三维系统。

[0066] 术语“面”在这里被使用作为术语“非平面表面”的缩写。

[0067] 所述空间数据(spatial data),本发明的一些实施例,可以是图像的形成。由于所述空间数据(spatial data)可以表示表面,以图像一般是二维图像,除了指示所述本体构件的横向范围,其可以进一步指示的相对或绝对的本体构件的距离,或其部分,从一些参考点,例如在成像装置的位置。因此,所述图像可以一般包括信息驻留在三维本体的非平面表面,而不必包含在整体(bulk)。然而,通常可接受的,指的图像如同“三维图像”,因为该非平面的表面可方便地定义在3维的坐标系统中,因此,贯穿本说明书和所附权利要求书中下面的部分,所述术语“三维图像”和“三维的表示”(“three-dimensional representation”),主要涉及表面实体。

[0068] 所述热信息可以包括数据涉及将热从由该表面或吸收和/或红外线(IR)从该表面发出的辐射。由于表面的不同部分通常可排空或吸收不同的热量,所述热信息可以包括一组元组(tuples),每个可以包括在所述表面上的区域或点的坐标,或与点或区域相关的热数值(即,温度,热能量)。所述热信息可被变换成可视信号,在这种情况下,将热量信息可以是热敏成像(“thermographic image”)的形式。术语“热敏成像(“thermographic image”)”,“红外线(IR)图像(IR image)”,“热图像(thermal image)”和“热信息(thermal information)”可以相互交换使用在整个本说明书的范围,并不限于以任何方式对本发明的范围,除非另有定义,使用的术语“热敏成像(thermographic image)”不应被视为局限于热信息的转换成可视信号。例如,热敏成像(thermographic image)可以被存储在计算机可读介质(computer readable medium)的所述存储器中,作为一组如上所述的元组(tuples)。

[0069] 本体的所述表面信息(热和空间)可为一种典型的合成表示(synthesized representation),其中所述表示(representation)可以包括红外线(IR)数据表示红外线(IR)图像,以及空间数据(spatial data)表示所述表面,其中所述红外线(IR)数据可以与空间数据相关联(即,空间数据(spatial data)的元组(tuple)与所述红外线(IR)数据的热相关(heat-related)的值相关联)。这些表示(representation)可以被称为红外线(IR)的空间表示(representation),该红外线(IR)-空间表示(representation)可以是数字数据(digital data)的形式,(即,与描述热量的数字数据(digital data)相关联的元组列表)或图像的形式(即,根据红外线(IR)数据的三维图像彩色编码或灰度编码),红外线(IR)-空间表示以图像的形式,在本文被称为红外线(IR)空间图像。

[0070] 所述红外线(IR)-空间图像可以被定义在本体的三维空间表示(representation),其具有与三维空间表示(representation)的表面相关联的热数据(thermal data),以及被安排以多个图形组件(picture-elements)方式来化网格(gridwise)地设置在所述表面上,所述图形组件例如是像素,像素的配置,且每个图形组件由一个强度值或一个灰度级在所述网格上来代表。可以了解的是,所述多个不同强度值可以不同于所述多个灰度级。例如,一个8位(8-bit)显示可以产生256个不同的灰度级(grey-levels)。然而,原则上,所述多个对应于热信息的不同的强度值可以更大。作为一代表性示例,假设热信息跨越37℃范围以及具有可数字化的分辨率0.1℃。在这种情况下,可能存在370个不同强度值,以及灰度级(grey-levels)的使用情况可以有一大约为1.4的不精确因子。在本发明的一些实施例,热数据的处理可以使用强度值、温度值来执行,且在本发明的

一些实施例中,热数据的处理可以使用灰度级(grey-levels)来执行。所述两者的组合(诸如双处理),也可以考虑。

[0071] 术语“像素”(“pixel”)在本文中有时简写为以指示图像组件(picture-element)。然而,这并不意味着限制术语“图像组件”(“picture-element”)的含义的是指图像的成分得一单元(unit)。

[0072] 当红外线(IR)-空间表示(representation)可以是以数字数据(digital data)的形式,如上所述,所述数字数据描述热性质还可以表示为强度或灰度级(grey-levels)。红外线(IR)空间表示(representation)可以对应于红外线(IR)-空间图像,从而每个元组(tuple)对应于图像的图像元素(picture-element)。

[0073] 通常,一个或多个以测量或计算方式得到的红外线(IR)图像,可以被映射在三维空间表示的表面,用以形成红外线(IR)-空间表示。所述红外线(IR)图像被映射在三维空间表示的表面,可以包括热数据和/或红外线(IR)数据,可以表示在同一坐标系来做为三维空间表示(representation)。任何类型的热数据可用。在一个实施例中,热数据可以包括绝对温度值。在另一个实施例中,热数据可以包括相对温度值,每个对应于,例如,之间的温差相应点的表面和某一参考点。在附加实施例中,热数据可以包括局部温度的差别。也考虑,上述的组合类型的温度数据,例如,热数据可包括绝对和相对温度值等。

[0074] 一般地,但非强制性地,热敏成像(thermographic image)中的信息还可以包括热条件(即,温度)在一个或多个参考标记(reference markers)。

[0075] 所述热敏成像(thermographic image)映射在三维空间表示的表面上,可以经由定位所述参考标记(reference markers)(即,经由比较其红外线(IR)图像中的坐标,红外线(IR)图像具有其三维空间表示的坐标)来被达成,藉此以匹配其它点,因此以形成所述合成红外线(IR)-空间表示。

[0076] 可选地,所述映射的红外线(IR)图像的映射可伴随有校正过程中,其中可以采用热发射率(thermal emissivity)的考虑。

[0077] 本体组件的热发射率(thermal emissivity)是一个无向量性质(dimensionless quantity),被定义为从本体组件表面红外线(IR)辐射的量,与从具有相同温度的黑体(black body)红外线(IR)辐射的量之间的比值。因此,理想黑体的热发射率(thermal emissivity)为1,且所有其它物体的热发射率(thermal emissivity)在0和1之间。通常假设本体的热发射率(thermal emissivity)通常等于它的热吸收因数(thermal absorption factor)。

[0078] 校正程序可以使用估计感兴趣的本体的热特性来被执行。具体地,红外线(IR)图像可以被映射到描述所述本体之非平坦的表面上,所述表面考虑到在本体的表面上区域的发射率(emissivity)的差异及发射角度依赖性的差异。比其周围物体具有不同的发射率值的区域可以是,例如,一种制造疤痕的区域、色素沉着的区域(pigmented region),在乳房的乳头区域,痣(nevus)等。此外,假定人的皮肤不是理想的朗伯光源(Lambertian source),辐射率具有角度依赖性。另一应列为考虑的是以下的可能性(possibility):受测者可有不同皮肤颜色而有不同的发射率值。

[0079] 在本发明一些实施例中,所述红外线(IR)图像可以根据不同的表面的发射率值(emissivity values)的加权(weighted)。例如,当红外线(IR)成像装置获取的信息包括温

度或能量值,至少一部分所述温度或能量值可以被分割经由本体表面上各个区域的发射率值(emissivity values)。本领域普通技术人员可以理解的是,这种过程导致的有效温度或能量值,其可以不同于由红外线(IR)成像装置获取的值。由于不同的区域可以具有不同发射率值的特征化,加权红外线(IR)图像可以提供更好的估计关于从所述本体的表面发出的热量。

[0080] 对于所述本体包含妇女的乳房之一合成红外线(IR)的空间图像的代表性的示例,其是被揭示在图1A-1C中,其图示三维空间表示(representation)示意为非平面表面(图1A),热敏成像(thermographic image)被图示为平面等温轮廓(图1B),以及一合成红外线(IR)空间的影像,是经由映像热敏成像(thermographic image)在三维空间表示表面上来形成的(图1C)。如图所示,红外线(IR)空间图像的红外线(IR)数据可以可选地被表示为灰度级值,但不一定在通常地被显示为区102的网格上。应该理解的是,根据灰度级值(grey-level values)的表示(representation)是用于说明,并不能被视为是限定性的。如上面所解释的,处理的热数据也可使用强度值(intensity values)。还示出在图1A-1C,是参考标记101,它可选的,但非必要地,可用来映射(mapping)。

[0081] 所述三维空间代表(three-dimensional spatial representation),热敏成像(thermographic image),合成红外线(IR)空间图像,在任何本领域已知的技术可以得到,公开了所述技术,如国际专利公布号第W0 2006/003658号,美国公开申请号第20010046316号,及美国专利号第6,442,419号,第6,765,607号,第6,965,690号,第6,701,081号,第6,801,257号,第6,201,541号,第6,167,151号,第6,094,198号,以及第7,292,719号。

[0082] 本发明的一些实施例可以被实施在有形介质(tangible medium)如计算机(或“硬件数据处理器”)上,用于执行所述方法的步骤。本发明的一些实施例可以实施在计算机可读介质(medium)中包含计算机可读指令,用来实现该方法的步骤。本发明的一些实施例,也可实施在电子装置,其具有数字计算机功能被安装运行所述计算机程序(computer programs)在有形介质(tangible medium)上,或执行计算机可读介质(medium)的指令。计算机程序(computer programs)实现本实施例方案的方法步骤,通常可以在有形的分配介质(tangible distribution medium)上分配给用户。从所述分配介质,计算机程序(computer programs)可以被复制到硬盘或者类似的中间存储介质(intermediate storage medium)。计算机程序(computer programs)可以运行通过加载所述计算机指令从其分配介质(tangible distribution medium)或其中间存储介质(intermediate storage medium)插入计算机的执行存储器中,配置所述计算机根据本发明的方法来执行。所有这些操作都是本领域公知的现有技术的计算机系统。

[0083] 图2示出根据本发明的一些实施例的一种方法适用于分析本体部热图像的流程图。可以理解的是,在下面描述中,或图2的流程图中出现的几个方法步骤是可选的,也可以不执行。

[0084] 所述方法可开始于步骤20,并可以继续至步骤22,其中获得在弯曲的本体的空间热表示(spatial thermal representation)(也称为红外线(IR)的空间表示)。红外线(IR)-空间表示,如上所述,可包括红外线(IR)数据表示热图像和空间数据(spatial data)其表示弯曲的本体部的非平面表面,其中所述红外线(IR)数据可以与空间数据(spatial data)相关联。红外线(IR)-空间表示可以经由所述方法产生,或可经由另一个方法或系统

产生,其红外线(IR)-空间表示可以经由所述方法读取。

[0085] 可选地,该方法可继续执行步骤24,其中,所述数据在红外线(IR)-空间表示可以被预处理。预处理(preprocessing)可以通过对热数据,空间数据,或者所述空间和红外线(IR)数据来做。

[0086] 红外线(IR)数据的预处理可以包括但不限于次方(powering)(即,平方(squaring)),归一化(normalizing)处理,增强,平滑等。预处理的空间数据可以包括但不限于除去,替换和图像元素(picture-element)的插值(interpolation),使用各种处理操作,例如但不限于,形态操作(morphological operations)(即,侵蚀(erosion),扩张(dilation),打开(opening),关闭(closing)),调整操作(扩大,缩小),装填操作,均衡操作(即,通过累积密度均衡,直方图均衡(histogram equalization))和边缘检测(例如,梯度边缘检测)。

[0087] 该方法进行到步骤26可以是第一步骤,用于计算所述表面上的理论热模拟以分析方法或以任何其它公知方法。可以有两种主要的方式计算本体外表面的温度;以适当的边界条件(boundary conditions)分析地求解所述传热方程,以及数值地求解经由有限元素(finite-element)计算数值,或经由其它数值计算技术。分析所述的传热公式的解决方案,只存在于平面表面或对称的本体,如球面或柱面。对于非对称体,有限元素(finite-element)方法应被应用。然而,该有限元素(finite-element)方法的可能过于复杂当工作在即时(real time)或具有大形状的各种形状和边界条件(boundary conditions)。因此,不同的方案可能被采用。本方法在所述表面上的理论热模拟被分析地计算基于已知的分析所述的传热公式的解(也称为预定热力学逻辑(predetermined thermodynamic logic))基于正常的健康本体的行为,以及空间数据表示弯曲的本体部的非平面表面。第一步计算可以来定义在所述本体中的一个参考点或等温表面。

[0088] 一旦本体中的参考等温的表面被定义,所述方法可以继续到步骤28,其中在本体表面上每个点的所述合适的距离上的所计算出的参考等温的表面可以被确定。通常,本体表面的每个点的合适的距离上所计算出的参考等温的表面,仅是本体上的表面上的一点与所计算的参考等温的表面的最近点之间的距离,合适的距离也可以经由任何其它函数(function)来确定。也可以在试验与错误(trial and error)有限元素(Finite Element)软件(例如ANSYS)的基础上被改进。

[0089] 在本体表面的每一点的适当距离到所述被计算的参考等温表面可以确定后,所述方法可继续执行步骤30,其中在所述表面上的所述理论热模拟和/或红外线(IR)数据可以被计算。通常,但不限于,本体热图的计算可以基于预定热力学逻辑(predetermined thermodynamic logic),例如佩尼斯(Pennes)生物热量方程式。具有正确边界条件(boundary conditions)的佩尼斯(Pennes)的生物热量方程式的解,可以确定在本体中每一点的所述温度,作为其坐标的函数(function)。

[0090] 例如,人类本体在柱状坐标系中的佩尼斯双热方程式(Pennes's bio-heat equation)为:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) - \frac{WbCb}{Kt} (T - T_{art}) = 0$$

其中:

Wb, 是体积血液灌注率(kg/s m³),
Cb, 是血液比热(J/kg°C),
Kt, 是组织热传导率(W/m • K),
T_{art}, 是动脉血液温度(°C),
r, 是半径(m)。

[0091] 某些边界条件的差分方程的求解可以的到方程式,其可以给所述温度作为r(半径)的函数-从柱状轴的一点的所述距离。

[0092] 由于佩尼斯(Pennes)的生物热量方程可能只适用于对称的本体,当人体表面的部分由柱状体近似计算时,在许多研究人体的热行为是使用佩尼斯(Pennes)的生物热量方程的解来计算。在这些研究中,已经发现,在本体的表面上的表面热数据根据佩尼斯(Pennes)生物热量方程来计算,相当于具有高于95%的兼容性(compatibility)的测量的表面的热数据。为了增加表面热数据的准确的计算,本方法可通过组合对人体的表面的实际空间数据和已知预定热力学逻辑来获得理论热模拟(在这里的示例中,分析的解决方案为对称本体佩尼斯(Pennes)生物热量方程)。在这些近似中,身体的表面上的每个点的温度可以通过考虑其空间座标相对于参考等温表面作为实际空间坐标以及在佩尼斯(Pennes)的生物热量方程的解决方案中设置它们来计算。例如,解决了人体在圆柱坐标(cylindrical coordinates)体的佩尼斯(Pennes)的生物热量方程时,身体的表面到参考等温表面上的每个点的适当距离被认为是r和通过设置它在解决方案中,每个点的温度可以被计算。这种方法也可用于通过考虑每个点为r的空间坐标来近似地计算本体内的温度,设置它在解决方案中,并计算在所述点的温度。因此,佩尼斯(Pennes)生物热量方程的其他边界条件的其他解析解决方案,可以用于表面的热数据计算,例如为半球形的解析解。利用此解决方案,一个半球可以通过最小二次方(least square)技术来安装到身体的表面以及在本体的表面的每个点的温度可以被定义为在半球内具有相同坐标一个合适的点的分析计算温度。在另一个实施方案中,佩尼斯(Pennes)对椭球的边界条件的生物热量方程的解析解,可用于表面的热数据计算。利用此解决方案,一个适当的半椭圆体可以通过最小二次方(least square)技术来安装到身体的表面以及在本体的表面的每个点的温度可以被定义为在半椭圆体内具有相同坐标一个合适的点的分析计算温度。来安装到身体的表面和在本体的表面的每个点的温度可以被定义为在与半椭圆内部协调同一个合适的点的分析计算温度。这种方法也可用于大约计算本体内的温度,其通过设置每个点的空间坐标在解决方案中,并计算在该点的温度。一个适当的半椭圆体,也可以由使用者确定。通过标记人体表面上的几个点,自动软件可以适应本体表面的最符合半椭圆。

[0093] 在计算在本体的表面的每个点的温度图之后,该方法可以继续到步骤32,其中温度可以被转换成灰度级(grey levels)。转换比例可以基于一个校准目标(calibration target)。

[0094] 接下来的步骤34可以计算匹配三维模型的温度地图,例如通过创建本体表面的投影图像来创建理论热模拟(即模拟通过热照相机观察到的场景)。在这个阶段,校正过程可以用估计的热来执行。感兴趣的本体的特征。具体地,发射角度依赖性可以被考虑在内。

[0095] 接下来的步骤36可由本体的表面的结果理论热模拟与由红外线(IR)照相机中得到的本体表面的热图像比较。通过该比较,可以确定弯曲的本体部是否有异常和/或有诸如

肿瘤的病理(pathology)。

[0096] 该方法可以在步骤38结束。

[0097] 图3,根据本发明的一些实施例,示出适合于分析的弯曲的本体部的热图像的另一方法的流程图。但应该理解的是,出现在如下所述中或在图3的流程图的几个方法步骤是可选的并且可以不被执行。

[0098] 该方法可以在步骤40开始,并继续到步骤42,其中可以得到的弯曲的本体部的空间热表示(也称为一个红外线(IR)空间表示(IR-spatial representation))。红外线(IR)-空间表示,如所述的,可以包括表示热图像的红外线(IR)数据和空间数据(spatial data)表示该弯曲的本体部的非平面表面,其中热数据与空间数据相关联。红外线(IR)-空间表示可以用来为以后计算,做为初始边界条件(initial boundary conditions)。对红外线(IR)-空间表示可以由该方法产生,或者可以通过另一种方法或系统,从该红外空间表示可以由该方法被读取来生成。

[0099] 任选地,该方法可以继续到步骤44,其中在红外线(IR)-空间表示的数据可以被预处理。预处理可用于热数据,空间数据,或两者的空间和热数据来完成。

[0100] 红外线(IR)数据的预处理(Preprocessing)可以包括但不限于次方(powering)(即,平方(squaring)),归一化(normalizing)处理,增强,平滑等。预处理的空间数据可以包括但不限于除去,替换和图像元素(picture-element)的插值(interpolation),使用各种处理操作,例如但不限于,形态操作(morphological operations)(即,侵蚀(erosion),扩张(dilation),打开(opening),关闭(closing)),调整操作(resizing operations)(扩大(expanding),缩小(shrinking)),装填操作(padding operations),均衡操作(equalization operations)(即,通过累积密度均衡,直方图均衡(histogram equalization))和边缘检测(即,梯度边缘检测)。

[0101] 该方法可以继续到步骤46,其中,热冲击(thermal shock)可被施加到人体。

[0102] 该方法可以继续到步骤48,其可以是第一个步骤用于解析计算表面上的理论热模拟作为时间的函数。如上述提到的,两种主要方式用于计算外部身体表面作为时间的函数的温度;解析求解与时间相关的偏微分的传热方程式具有适当的边界条件或通过数字式FDTD(有限差分时域(Finite Differences Time Domain))的计算或其它数字技术。用于传热时间相关方程的解析解可能只存在于平面表面或对称本体像球体或圆柱体。对于非对称的本体FDTD(有限差分时域)方法应该被应用。在本方法中的表面上的理论热模拟可以计算解析基于已知的分析传热时间相关方程解(也称为预定的热力学逻辑(predetermined thermodynamic logic)),根据正常健康身体的行为,初始热数据与空间数据表示弯曲的本体部的非平面表面。第一步骤在计算中,可以在本体内以限定参考等温表面。在本体内的参考等温表面可以经由代表本体部的非平面表面的空间数据中,虚拟“移除”(virtually removing)实际乳房,以及在推断利用周围的空间数据的空缺表面来获得。在本体内的参考等温表面也可以通过在具有平面表面或任何其它非平面表面的空缺近似表面来获得。适当的非平面表面定义可能也将得到改善,其基于试验与错误(trial and error)有限元素软件(Finite Element software)(即,ANSYS)红外线(IR)-空间计算。

[0103] 一旦在本体的参考等温表面被定义,该方法可以继续到步骤50,其中可确定本体表面上的每个点至该计算出的参考等温表面间的充分距离。在一般情况下,本体的表面上

的每个点至该计算出的参考等温表面间的适当距离,其简单地是可为介于本体表面点到被计算的参考等温表面上的最近点之间的距离。适当的距离,也可以通过任何其他函数来确定。基于试验与错误(trial and error)的有限元素软件(如ANSYS)计算,适当的距离的决定也是可以改进的。

[0104] 在本体的表面每个点到被计算的参考等温表面之间充分距离被确定后,将表面的理论热模拟作为时间的函数可以被计算。在一般情况下,本体的热图作为时间的函数的计算可以是基于预定的热力学逻辑(predetermined thermodynamic logic),例如偏微分传热方程式,以适当人体组织和血液的热参数,在对流和辐射(convective and radiative)边界条件下。所述偏微分传热方程的解可确定介于本体内一点的空间坐标和其温度之间的连结(connection),作为时间的函数。

[0105] 由于用于所述偏微分(partial differential)传热方程之解决方案可以是仅适用于简单本体,本方法通过组合人的本体的表面的实际空间数据和已知的预定热力学逻辑(predetermined thermodynamic logic)(在此处的范例为偏微分(partial differential)传热方程的解析解决方案)可以获得与时间相关的理论热模拟。在这些近似概算中,在特定时间的本体的表面上的每个点的温度可以以下述方法计算:通过相对于参考等温表面考虑它的空间坐标作为实际空间坐标,和将这些坐标和时间置入和所述偏微分(partial differential)热传递方程的解决方案中。例如,对于具有厚度L的平面的偏微分(partial differential)传热方程,根据对流和辐射(convective and radiative)边界条件和初始温度的边界条件,可以解析地求解。在每个表面点所测得的温度可被认为是为边界条件的初始温度。本体的表面上的参考等温表面的每个点的适当距离可以被认为是L。将L,适当的初始温度和时间设入解决方案中,作为时间的每一个点函数的温度可以被计算。因此,做为其它几何体的偏微分(partial differential)传热方程式的其他解析解决方案,可以用于表面的热数据计算,如半球体的解析解。利用此解决方案,一个半球可以通过最小二次方(least square)技术来安装到本体的表面,以及在本体的表面的各点的温度可以被定义为在一个半椭球内具有相同坐标作为时间的函数在一个合适的点的分析计算温度,当在每个表面点所测量的温度可被认为是为边界条件的初始温度。在另一方案的偏微分(partial differential)传热方程可解出具有半径L的一半球体在对流和辐射边界条件和初始温度的边界条件(boundary conditions)下,本体的表面上的每个点到参考等温表面的适当距离可以被认为是L,以及通过设置它,所述初始温度和在解决方案(solution)中的时间,在每一个点作为时间的函数的温度可以计算。在另一个实施方案中,作为椭球体偏微分(partial differential)传热方程的解析解,可用于表面的热数据计算。利用此解决方案(solution),一个适当的半椭圆体可以通过最小二次方(least square)技术来安装到本体的表面,以及在本体的表面的各点的温度可以被定义为在一个半椭球内具有相同坐标作为时间的函数在一个合适的点的分析计算温度,当设定初始条件(initial conditions)在解决方案(solution)中。

[0106] 一个适当的半椭球也可以由使用者决定。藉由在本体表面上标记几个点,自动软件可以切合(fit)最符合半椭球至本体表面上。

[0107] 计算在本体的表面的每个点的温度图(temperature map)之后,所述方法可以继续到步骤52,其中温度可以被转换成灰度级(grey levels)。转换比例可以基于一个校准目

标(calibration target)。

[0108] 接下来的步骤54可以比对计算出之温度图(temperature map)和三维模型,例如通过创建本体的表面的投影图像(projection image)来创建理论热模拟(即模拟通过热照相机观察到的场景)。在这个阶段,可以使用感兴趣的本体的估计热特性来执行的校正过程(correction procedure)。具体地,发射角度依赖性(emissivity's angular dependence)可以被考虑在内。

[0109] 接下来的步骤56可以比较本体的表面的所得到的理论热模拟(灰度级图)(grey levels map)与本体的表面的经由热照相机所获得的测得的热图像(灰度级图)(grey levels map)。通过这个比较可以作出决定本体部分是否有异常和/或有诸如肿瘤的病理(pathology)。

[0110] 所述方法可以在步骤58结束。

[0111] 图4示出根据本发明的一些实施例,适合于分析弯曲的本体部的热图像的另一方法的流程图。应该理解的是,出现在下面的描述中或在图4的流程图的几个方法步骤是可选的并且可以不被执行。

[0112] 所述方法可以在步骤60开始,并继续到步骤62,其中至少两个人的相同的弯曲的本体部空间热表示(也称为红外线(IR)-空间表示)被获得。

[0113] 任选地,所述方法可以继续到步骤64,其中在红外线(IR)-空间表示的数据可以被预处理(preprocessed)。预处理(preprocessing)可用于热数据,空间数据,或空间和热数据等两者。

[0114] 所述方法可以继续至步骤66,其中所述的至少两个人的系列红外线(IR)-空间表示,可以根据弯曲的本体部的空间特性被分成至少两组。每个组可以包含本体部的红外线(IR)-空间表示具有大致相同的空间维度(dimensions)。片语“相同的空间特性”是指体积或表面积,或高度或长度,或宽度,形状等。

[0115] 所述方法可以继续到步骤68,在此步骤中,对于每个组,所有的红外线(IR)-空间表示可以经由形变软件(deformation software)登记和演变(registered and morphed)成一个代表性的本体部。在代表本体的表面的每个点的温度可通过在所有的红外空间表示的对应点的平均热数据来计算。所获得的热图像可以被认为是一个参考红外线(IR)空间表示(IR-spatial representation)。

[0116] 计算参考红外空间表示的温度图之后,所述方法可以继续到步骤70,其中温度可以任选转化成灰度级(grey levels)。转换比例可以基于一个校准目标(calibration target)。在此阶段,考虑表面的发射角的依赖性(emissivity's angular dependence),可以执行校正程序(correction procedure)。

[0117] 一旦可以得到本体的灰度级(grey level)参考红外线(IR)空间表示,所述方法可以继续到步骤72,其中可以产生被检查本体部分之一或一系列的红外线(IR)空间表示(IR-spatial representations)。

[0118] 产生一系列的被检查本体部的红外空间表示的之后,所述方法可以继续到步骤74。在这个阶段,检查本体部可以根据其空间特性归因于所述组中的一个。本体部然后可以经由形变软件(deformation software)登记和演变(registered and morphed)成所述本组的一个代表性的本体部。

[0119] 接下来的步骤76可以比较被检查本体的表面的结果理论热模拟(灰度级图)(grey levels map)与参考红外线(IR)-空间表示的热图像(灰度级图)(grey levels map)。通过这个比较可以作出决定本体部是否有异常和/或有诸如肿瘤的病理(pathology)。

[0120] 所述方法可以在步骤78结束。

[0121] 图5,根据本发明的一些实施例,示出适合于分析一弯曲的本体部的热图像的另一方法的流程图。

[0122] 所述方法可以在步骤80开始,并继续到步骤82,其中至少两个人的相同的弯曲的本体部空间热表示(也称为红外线(IR)-空间表示)在热冲击(thermal shock)的应用后,可以得到作为时间的函数。

[0123] 任选地,所述方法可以继续到步骤84,其中在红外线(IR)-空间表示的数据可以被预处理(preprocessed)。预处理(preprocessing)可用于热数据,空间数据,或空间和热数据等二者。

[0124] 所述方法可以继续至步骤86,其中所述的至少两个人的作为时间函数的系列红外线(IR)-空间表示,根据弯曲的本体部的空间维度(spatial dimensions)被分成至少两组。每个组可以包含本体部的红外线(IR)-空间表示具有大致相同的空间特性。片语“相同的空间特性”是指体积或表面积,或高度或长度,或宽度,形状等。

[0125] 所述方法可以继续到步骤88在此步骤中,对于每个组,所有的红外线(IR)-空间表示可以经由形变软件(deformation software)登记和演变(registered and morphed)成一个代表性的本体部。在代表本体的表面作为时间函数的每个点的温度,可通过在所有的红外空间表示的对应点和时间的平均热数据来计算。所获得做为时间函数的热图像(thermal images),可以被认为是一个参考红外线(IR)空间表示(IR-spatial representation)。

[0126] 计算作为时间函数参考红外空间表示的温度图之后,所述方法可以继续到步骤90,其中温度可以任选转化成灰度级(grey levels)。转换比例可以基于一个校准目标(calibration target)。在此阶段,考虑表面的发射角的依赖性(emissivity's angular dependence),可以执行校正程序(correction procedure)。

[0127] 一旦作为时间的函数的本体的灰度级(grey level)参考红外线(IR)空间表示可以被得到,所述方法可以继续到步骤92,其中可以产生一系列的被检查本体部分的作为时间函数的红外线(IR)空间表示(IR-spatial representations)。

[0128] 产生一系列的被检查本体部的红外空间表示的之后,所述方法可以继续到步骤94。在这个阶段,检查本体部可以根据其空间特性归因于所述组中的一个。本体部然后可以经由形变软件(deformation software)登记和演变(registered and morphed)成所述本组的一个代表性的本体部。

[0129] 接下来的步骤96可以比较在特定时间中被检查本体的表面的结果理论热模拟(灰度级图)(grey levels map)与参考红外线(IR)-空间表示的测得的热图像(灰度级图)(grey levels map)。通过这个比较可以作出决定本体部是否有异常和/或有诸如肿瘤的病理(pathology)。

[0130] 所述方法结束于步骤98。

[0131] 在所有上述方法中,在此是有多于一个以上的方法以决定在主体部之一热可区分

区域的存在的可能性。

[0132] 在一些实施方案中,差值或在不同时间本体的表面的参考灰度级图(grey levels map),并在不同的时间由热照相机所获得的本体的表面的测量灰度级图的比例可以比较的阈值,以及比较可以用于确定用于热可区分区域(也称作异常)的存在的可能性。典型地,但不是强制性地,当差值或比率可以低于阈值时,没有热可区分区域的存在。阈值在不同的时间和不同的本体部分可以是不同。

[0133] 在一些实施方案中,图像可以反应于冷应力测试(cold stress test)(一个试验,其中,仅作为一个例子,主体(subject)持有冷项目(cold item),以某种方式改变在本体内的血流量)来被产生,以增强的辨别能力,从而提高用于区分异常的可能性。

[0134] 此外,在一些实施方案中,本体内的异常(或热可区分区域)的位置和/或尺寸和/或形状可以被估计。例如,如果热可区分区域的温度可以是已知的,本体内的区域具有近似温度,其有比得上热可区分区域的温度可以被估计为热可区分区域的位置。

[0135] 本体的表面的参考灰度级图(grey levels map),经由热照相机所获得的本体的表面的所测量的灰度级图的任何比较可以做为平台。例如,参考体的表面上的灰度级值的积分(integral)的比较以及所测量的本体的表面上灰度级值的积分。在另一个例子中,参考本体)的表面上的灰度级值的局部标准偏差(local standard deviation)以及所测量的本体的表面上的灰度级值的局部标准偏差的比较。

[0136] 如以上所描写,差异或在不同的时间的参考本体表面的结果的灰度级图,以及在不同的时间由热照相机所获得的本体(body)的表面的测量灰度级图,可以先通过预处理操作。

[0137] 在本发明的一些实施例中,预处理操作可以包括的本体部分的表面内的感兴趣的区域(region-of-interest)的定义。在这些实施方案中,差异或比例可以用在感兴趣的区域来计算。一个以上的感兴趣的区域可以被定义,在这种情况下,表面积分可以针对每个感兴趣的区域来分别计算。感兴趣的区域可以被定义,例如,作为与高温有关的表面的一部分。这种感兴趣的区域的代表性示例可以是区域绕围在表面上的热可区分点的区域。图1C示意性地示出了热可区分点201,灰度区域周围点201可以被定义为一个感兴趣的区域。

[0138] 一个红外线(IR)-空间表示或图像可被产生以获得一个或多个热敏成像(thermographic images)和映射(mapping)热敏成像(thermographic image)在三维空间表示(three-dimensional spatial representation)上。

[0139] 现在参考图6A,显示了根据本发明实施例的红外线(IR)-空间成像系统的示意图。红外线空间成像系统120进行说明。一种活的本体210或人212的其中一部分可以位于成像装置214的前面。人212可以站立,坐下或其他相对于成像装置214的任何合适的位置,可以初始被定位或之后相应成像装置214经由定位装置215被定位,其可典型地包括一平台经由发动机的动力,或者经由任何其它适当的力在导轨上移动。此外,热可区分物体(object)216,诸如肿瘤,可在人212的本体210中,例如,当本体210包括乳房,物体216可能是乳房肿瘤如癌性肿瘤。

[0140] 依照本发明的一个实施例中,人212可以是服装218,诸如衬衫。服装218可以是不能穿透或部分不穿透可见光波长,例如400-700纳米,并可能穿透波长,其比可见光波长长,例如红外波长。此外,参考标记220可以位于靠近人212,任选地,参考标记220可直接附连到

本体210。参考标记220可以典型地包括一件材料,标记画在人212或任何其他合适的标记,如本文下面所述。

[0141] 成像装置214典型地可以包括至少一可见光成像装置222,其可以感测红外线波长,通常在如3-5微米的范围内和/或8-12微米。通常可见光成像装置222以及热敏成像装置(thermographic imaging device)224,其可以是对红外波长敏感,通常在3-5微米的范围内和/或8-12微米。通常,可见光成像装置222和热敏成像装置224可以是能够感应上述的参考标记220。

[0142] 任选地,一个偏振器225可以被放置在可见光成像装置222的前面。作为进一步的替代方案,滤色器226,其可能会阻止可见光波长的至少一部分,可被放置在可见光成像装置222的前面。

[0143] 典型地,至少一个可见光成像装置222可以包括黑色和白色或彩色静止成像装置,或一个数字成像装置,如电荷耦合组件(Charge-coupled Device, CCD),或互补式金属氧化物半导体(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)。此外,至少一个可见光成像装置222可以包括多个成像组件,其每一个可以是一个三维成像组件(three-dimensional imaging element)。

[0144] 可选地,成像装置214可以相对于人212由一个定位装置227作为重新定位,每个可见光成像装置222和热敏成像装置224也可以由至少一个定位装置228相对于人212被重新定位。定位装置227可包括发动机,杆或任何其它适当的力,并且也可以包括一个导轨,用于移动成像装置214在其上。重新定位装置(Repositioning device)228可以类似地被构造。

[0145] 经由可见光成像装置222和热敏成像装置224获得的数据可经由通信网络232被输出到数据处理器230,并且可以由数据处理器上运行的算法典型地进行分析 and 处理。所得到的数据可以显示在至少一个显示装置234上,其经由通信网络236的数据处理器230可选地可以包括个人计算机(PC),个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)或任何其他合适的硬件数据处理器可选地连接到数据处理器230上显示。通信网络232和236通常可以包括一个实体的通信网络,如因特网(Internet)或企业内部网(Intranet),或者可以替代地包括无线网络,诸如蜂窝网络(cellular network),红外线通信网络,射频(RF)通信网络,蓝牙(BT)通信网络或任何其他合适的通信网络。

[0146] 依照本发明的一个实施例中,显示装置234典型地包括一个屏幕,例如液晶显示器(LCD)屏幕,阴极射线管(Cathode ray tube, CRT)屏幕或电浆屏幕(Plasma screen)。作为进一步选择的显示装置234可以包括至少一个显像装置(visualizing device),包括两台液晶显示器(LCD)或两个阴极射线管,位于使用者的眼前和包装以类似于眼镜的结构 of 的显像装置(visualizing device)。显示装置234还可以显示指针238,其可以是典型地沿所显示的模型的X,Y和Z轴移动,并且可以被用于指向在所显示的数据不同的位置或组件。

[0147] 现在参考图6B-6C和7A-7E,按照本发明的各种示例性实施例,其显示的红外空间成像系统的各种操作原理说明。

[0148] 首先描述所述可见光成像,参照图6B-6C,以及以下描述的热敏成像(thermographic imaging),参照附图7A-7E。应当理解的是,图6B-6C中描述的可见光成像数据获得,可之前,之后或同时在图7A-7E中所述的热敏成像数据被执行。

[0149] 参照图6B-6C,人212包括本体210可以位于在成像装置214的正面的定位装置215

上,在第一位置240相对于成像装置。本体210的第一图像数据可以由可见光成像装置222获得,任选通过偏振器225或通过滤色器226作为替代选择。使用滤色器的优点在于,它可改善信号噪声比,例如,当人用特定的颜色的图案或标记照射,滤色器可用于仅发送所述特定颜色从而减少背景读取。此外,本体210的至少第二图像数据是由可见光成像装置222,使得本体210可定位在相对于成像装置214的第二相对位置242。因此,第一,第二和任选的多个图像数据可以由相对于本体210的摄像装置中的至少两个不同视点获得。

[0150] 第二相对位置242可以通过重新定位人212来被构建,人212的重新定位可使用如图6B中看到的定位装置215,或通过重新定位成像装置214来被构建,定位成像装置214的重新定位可使用如见于图6C的定位装置227,或者通过重新定位成像装置222来被构建,成像装置222的重新定位可使用如见于图6C的定位装置228。作为另一种选择,第二相对位置242可以通过使用如图7D的两个分开的成像装置214,或如图7E的两个分开的可见光成像装置222(与热敏成像装置224)来被构建。

[0151] 参照图7A-7E,人212包括本体210可位于在成像装置214的前面的定位装置215上,在相对于成像装置的第一位置244。本体210的第一热敏成像数据(thermographic image data)可以由热敏成像装置224获得,可选地,本体210中的至少第二热敏成像数据可以由热敏成像装置224获得,使得本体210可定位在相对于成像装置214的至少一个第二相对位置246。因此,第一,第二和任选的更多的热敏成像数据可从相对于本体210的热敏成像装置的至少两个不同的视点获取。

[0152] 第二相对位置246可以通过重新定位人212来被构建,人212的重新定位可使用如图7A中看到的定位装置215,或通过重新定位成像装置214来被构建,成像装置214的重新定位可使用如图7B中看到的定位装置227,或者通重新定位过热敏成像装置224来被构建,热敏成像装置224的重新定位可使用如图7C中看到的定位装置228。作为另一种选择,第二相对位置246可以通过使用图7D中所见两个分别的成像装置214,或图7E中所见两个分别的热敏成像装置224来进行构建。

[0153] 本体210的图像数据可以由热敏成像装置224来获取,通过本体210完整图像的分别成像的多个窄条,可替换地,本体210的完整图像可能由热敏成像(thermographic imaging)装置获得,并且图像可以在多个窄条或加工的其它形状部分进行采样。作为另一种选择,可以使用不同的曝光时间来执行本体210的成像。

[0154] 由成像装置214获得的热敏(thermographic)和可见光成像数据可由数据处理器230进行如下分析及处理。从可见光成像装置222获取的图像数据可以由数据处理器230进行处理,以建立本体210的三维空间表示,该处理为使用本领域熟知的算法(algorithms)和方法,如在美国专利第6,442,419号中所述的方法,其在此通过引用并入,如同在这里完全阐述。所述三维空间表示可以包括参考标记220(参见图6A)的位置。任选地,所述三维空间表示可以包括信息有关于本体210的颜色,色调和组织结构(tissue texture)。从热敏成像装置224获取的热敏成像数据可以由数据处理器230进行处理,以建立本体210的热敏成像三维模型(thermographic three-dimensional model),该处理系使用本领域熟知的算法和方法,如美国专利第6,442,419号中记载的方法。热敏成像三维模型可以包括参考标记220(参见图7A)。热敏成像三维模型然后可通过处理器230被映射(mapped)到三维空间表示,即,通过机校准(aligning)参考标记220,以形成红外线-空间图像(IR-spatial

image)。

[0155] 现在参考图8A,图8B和图8C,其分别示出一个空间热表示800,理论热模拟802和比较804的相片图示-所有健康受试者不具有乳房异常(即,肿瘤)。表示800和模拟802显示为热图(heat map),其中较暗的区域平均温度较低,而较亮的区域意味较高的温度。热图(heat map)显示在摄氏29至34度的度量。

[0156] 如在图8A中可以观察到,空间热表示800包括不同温度的区域,其具随机分布,尺寸和形状-如由本成像装置在实际中获得的。相比之下,图8B的理论热模拟802,示出具有较平滑和更多布置的温度梯度。即,理论热模拟802表示所述病人的乳房的三维重建的温度梯度数学模型。

[0157] 图8C的比较804示出介于空间的热表示800和理论热模拟802之间的温度差,如可以观察,比较804面积的大部分,为大约0至0.5摄氏度的温度差的指示,而剩余的区域为大约1-1.5摄氏度的温度差的指示。即,比较804表示该温差相对最小。

[0158] 现在参考图9A,图9B和图9C,它分别显示出一个空间热表示900,理论热模拟902和比较804的照片图示-所有患病受试者具有乳房异常(例如肿瘤)。表示900和模拟902显示为热图(heat map),其中较暗的区域平均温度较低,而较亮的区域意味着更高的温度。热图(heat map)显示在26或27至34度摄氏度的规模。

[0159] 如在图9A中可以观察到,空间热表示(spatial thermal representation)900包括不同温度的区域具有随机分布,尺寸和形状-如由本成像装置在实际中获得的。相比之下,图9B的理论热模拟902示出具有较平滑和更多布置的温度梯度。即,理论热模拟902表示所述病人乳房的三维重建的温度梯度的数学模型。

[0160] 图9C的比较904,示出介于空间热表示(spatial thermal representation)900和理论热模拟(theoretical thermal simulation)902之间的温度差。如可以观察到的温度差,多数比较904的面积指示约2.5至5摄氏度的温差,而其余的区域指示的温度差的约摄氏1-1.5度。即,比较804表示该温差显着。

[0161] 总之,介于皆是三维(3D)之空间热表示和理论热模拟之间的显着温度差,可以用来指示它们是否出现的异常,如一个或多个肿瘤的。在一些实施方案中,使用者可设置一个温度差阈值,高于温度差阈值时,所述方法提出所述异常的可能存在的警报。所述阈值可任选地还涉及温度差的区域的一个大小,要过滤掉太小或太大的区域,以便代表一个真正的异常区域。

[0162] 应该理解的是,基于所述比较比较,所述的上述实施例可应用于确定在任何物体中热可区分物体的存在的可能性。

[0163] 术语“包括”(“comprises”),“包含”(“comprising”),“包括”(“includes”),“包含”(“including”),“具有”(“having”)和它们的结合物的意思是“包括但不限于”(“including but not limited to”)。

[0164] 如本文所使用的,单数形式“一”,“一个”和“该”包括复数引用,除非上下文另有明确说明。例如,术语“化合物”或“至少一种化合物”可包括多种化合物,包括它们的混合物。

[0165] 在本申请中,本发明的各种实施方式可以一范围的形式呈现。但是应当理解的是,范围形式的描述仅仅是为了方便和简洁,不应该被解释为对本发明的范围的硬性限制。因此,范围的描述应当被认为具有具体公开该范围内的所有可能的子范围以及单独的数值。

例如,范围的描述,例如从1到6应被认为具有具体公开的子范围如从1到3,从1到4,从1到5,从2到4,从2到6,从3到6等,以及在该范围内个别数字,例如,1,2,3,4,5,和6。不论范围的宽度,上述方法皆适用。

[0166] 每当在本文中所指出的数值范围,它是指包括任何引用数字(分数或整数)所指示的范围之内。片语“范围/范围介于”第一指示数字和第二指示数字,以及“范围/范围从”第一指示数字“到”第二指示数字,在本文中可互换使用,并且系意味着包括第一和第二指示数字和其间的所有分数和整数。

[0167] 可以理解,本发明的某些功能,其中,为清楚起见,是揭露在数个单独实施例中,然其也可以组合地提供在单个实施例中。相反地,本发明的各种特征,其是为简明起见,在单个实施例的上下文中描述,然其也可以单独地或以任何合适的子组合或适合于本发明的任何其他描述的实施例提供。在各种实施例的上下文中描述的某些特征不应被认为是那些实施方案的必要特征,除非该实施例是没有那些组件不起作用。

[0168] 虽然本发明已经结合其具体实施方案进行了描述,显而易见的是,许多替换,修改和变化对那些熟练的技术人员将是显而易见的。因此,其意在涵盖落入所附权利要求的精神和广泛范围内的所有此类替换,修改和变型。

[0169] 所有在本说明书中提到的出版物,专利和专利申请,在此整体并入作为参考入本说明书中,以相同的程度如同每个单独的出版物,专利或专利申请被具体和单独地指明被引入本文参考。此外,引用或在本申请中任何参考文献的标识不应当被解释为承认这样的参考文献可作为本发明的现有技术。到该部分的标题使用的情况下,它们不应该被解释为必要的限制。

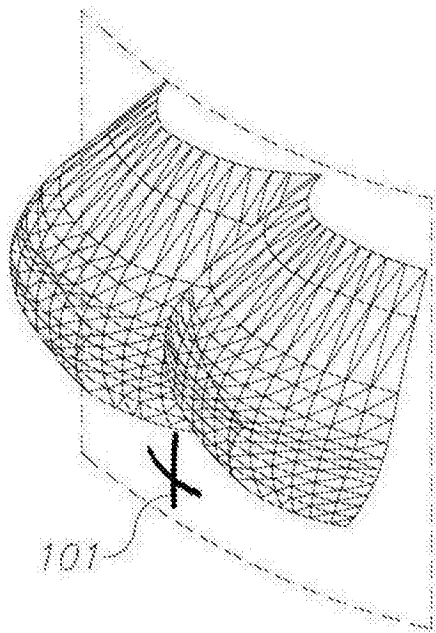


图1A

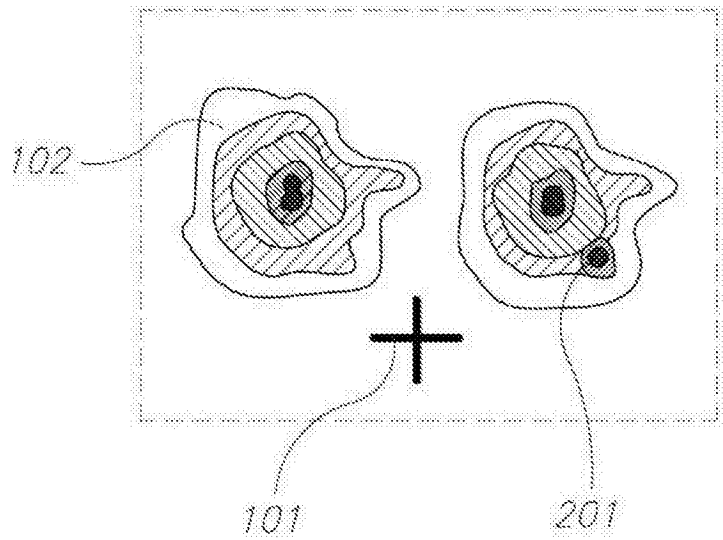


图1B

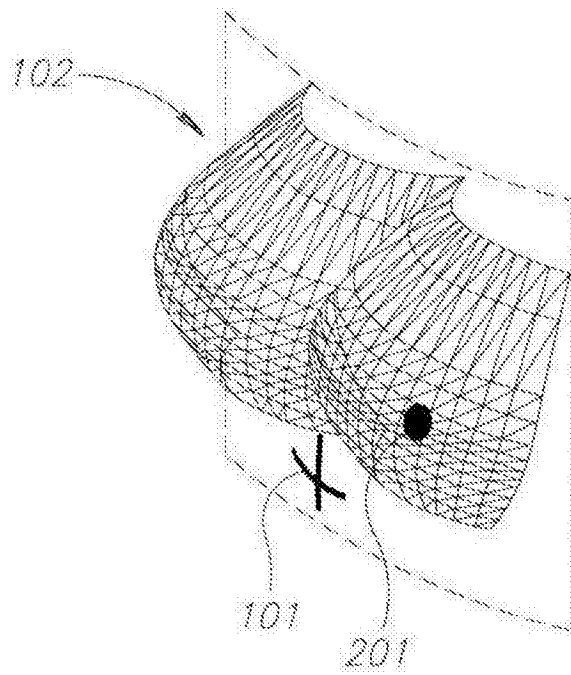


图1C

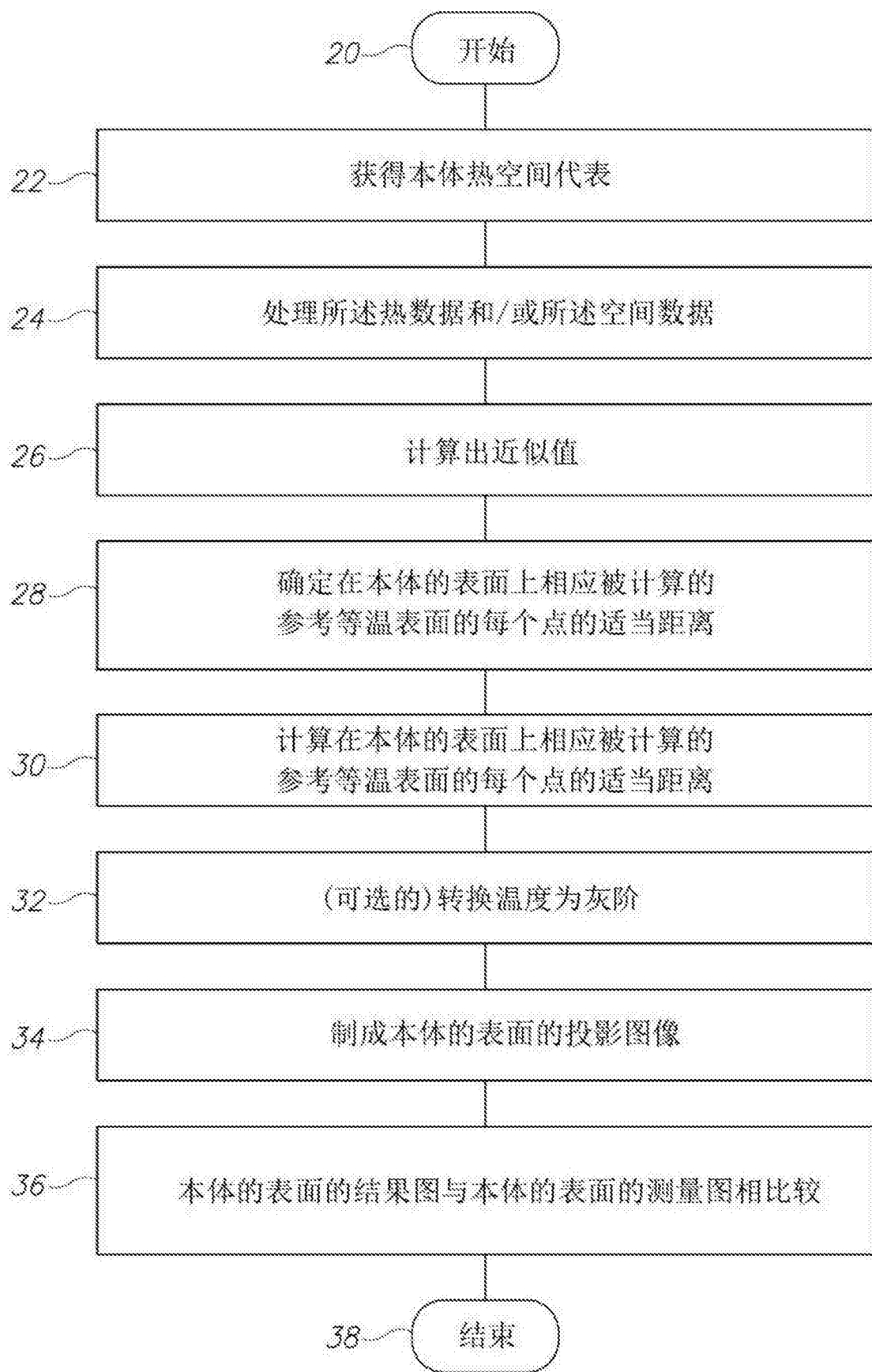


图2

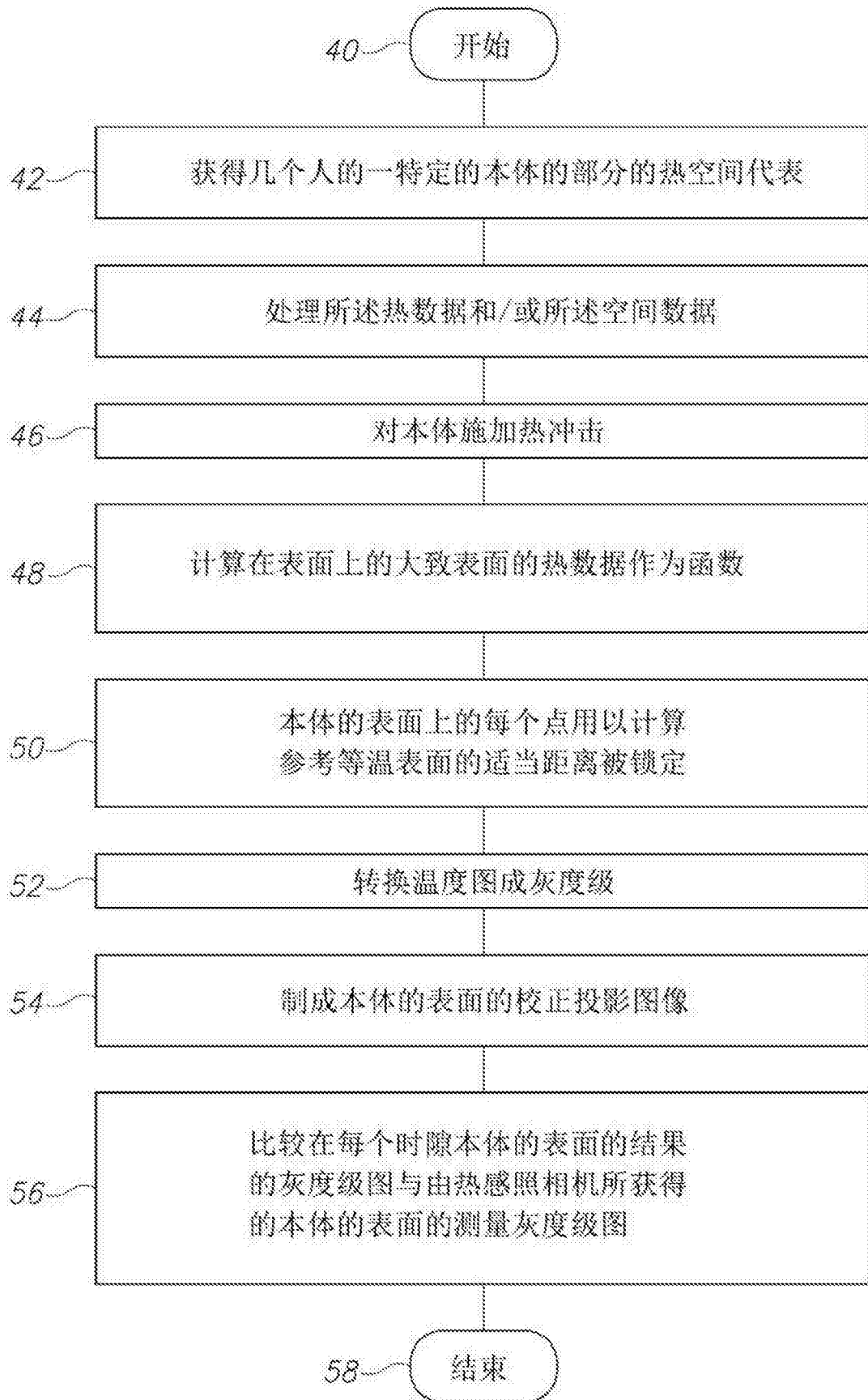


图3



图4



图5

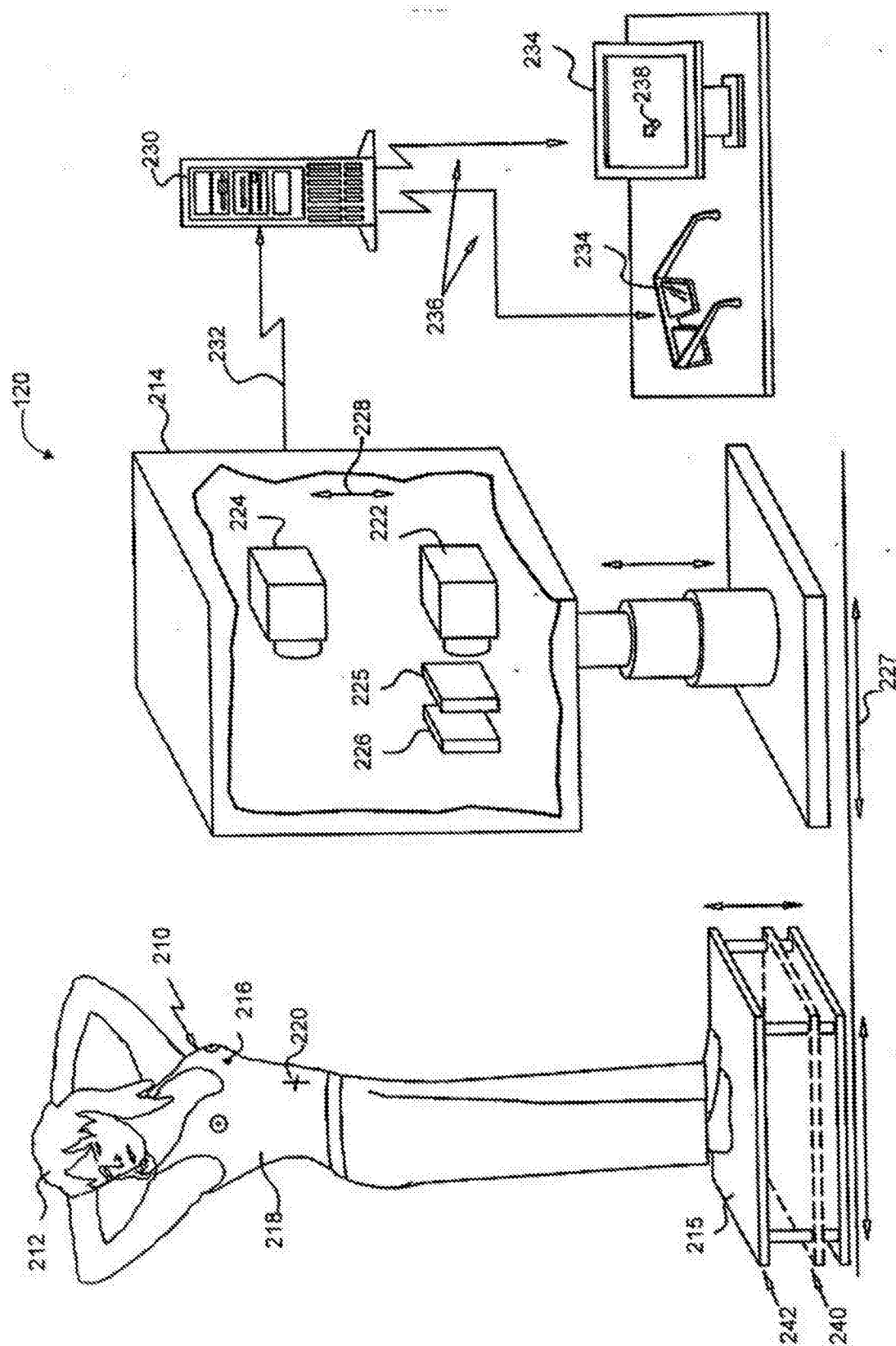


图6B

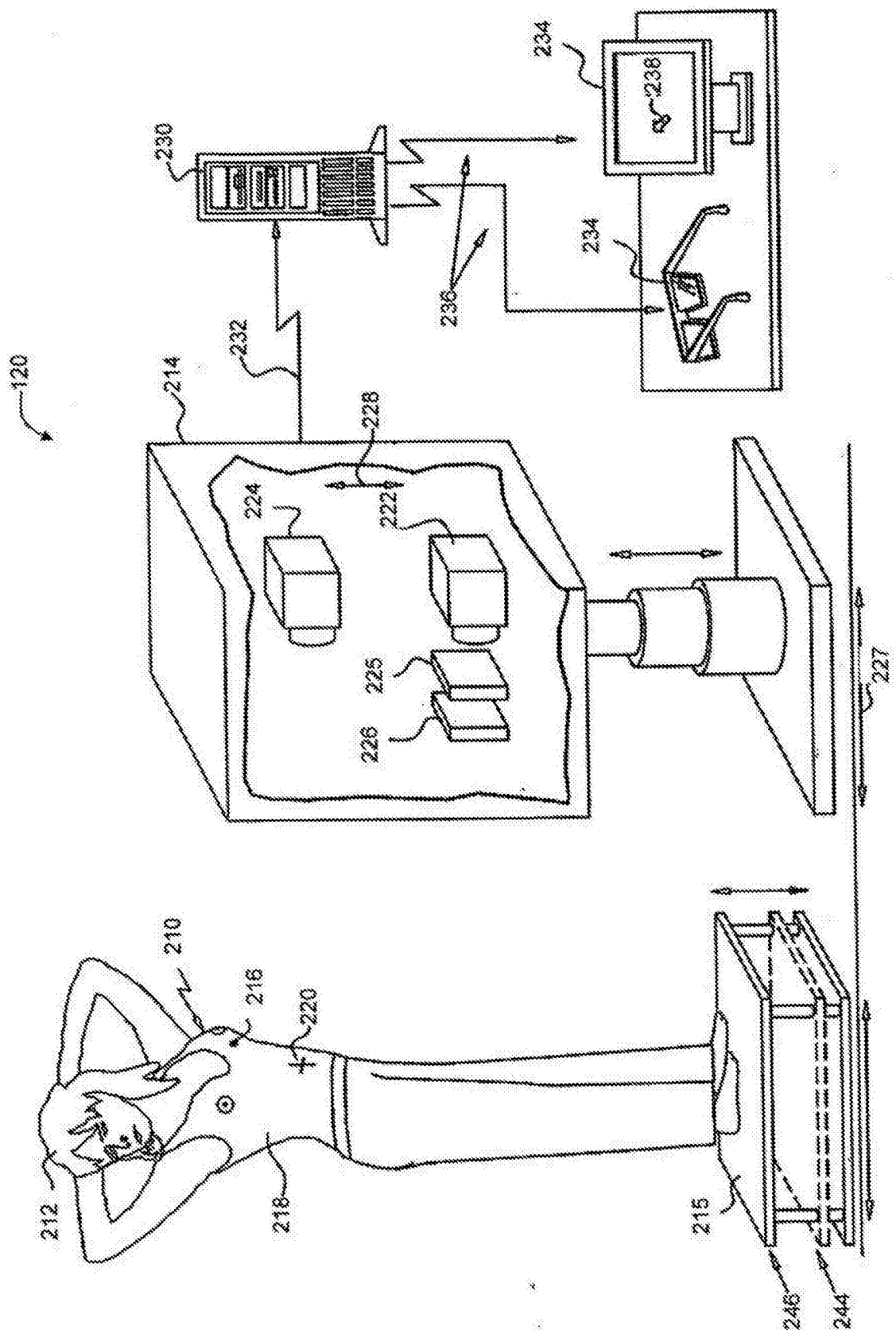


图7A

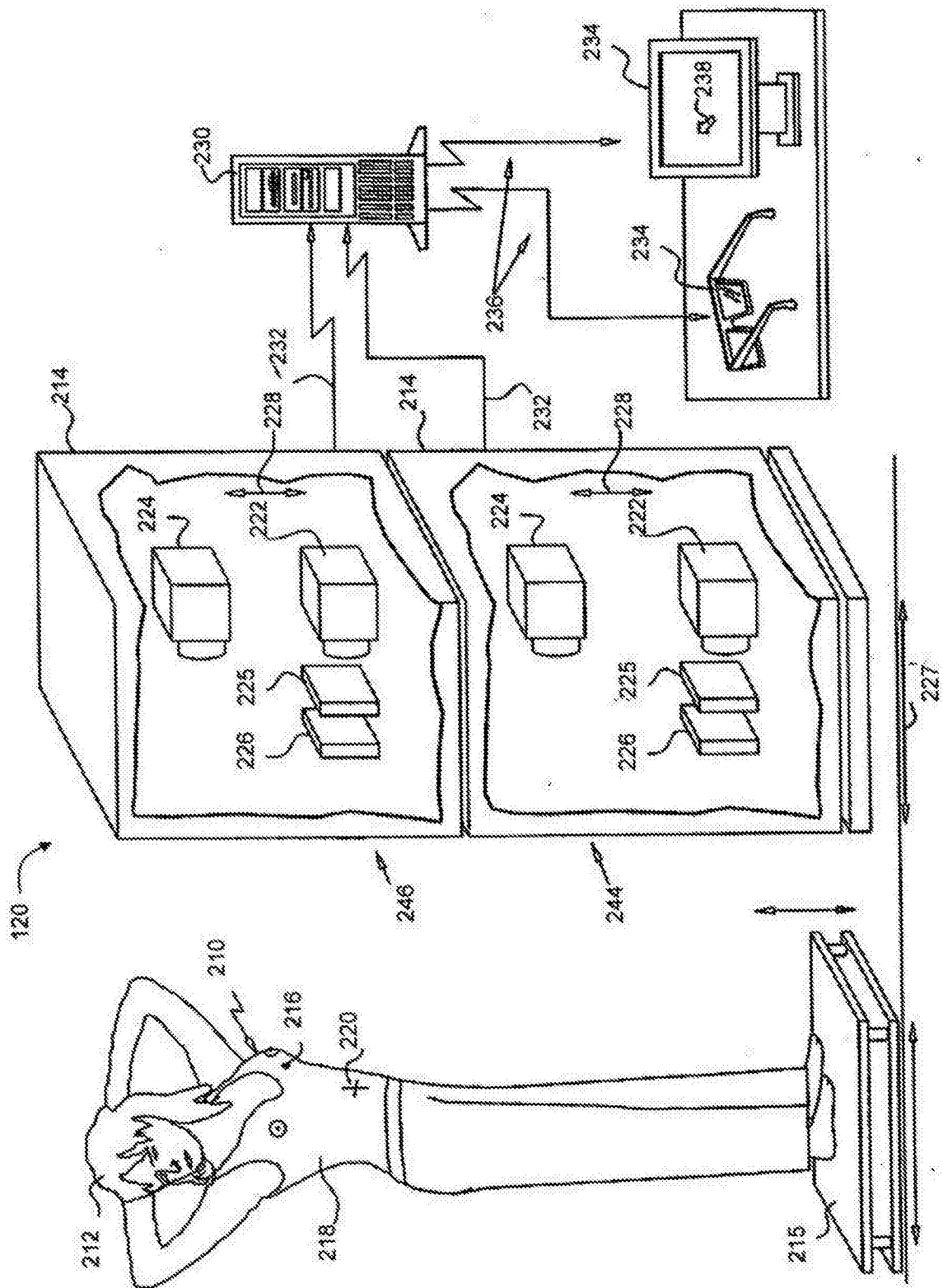


图7D

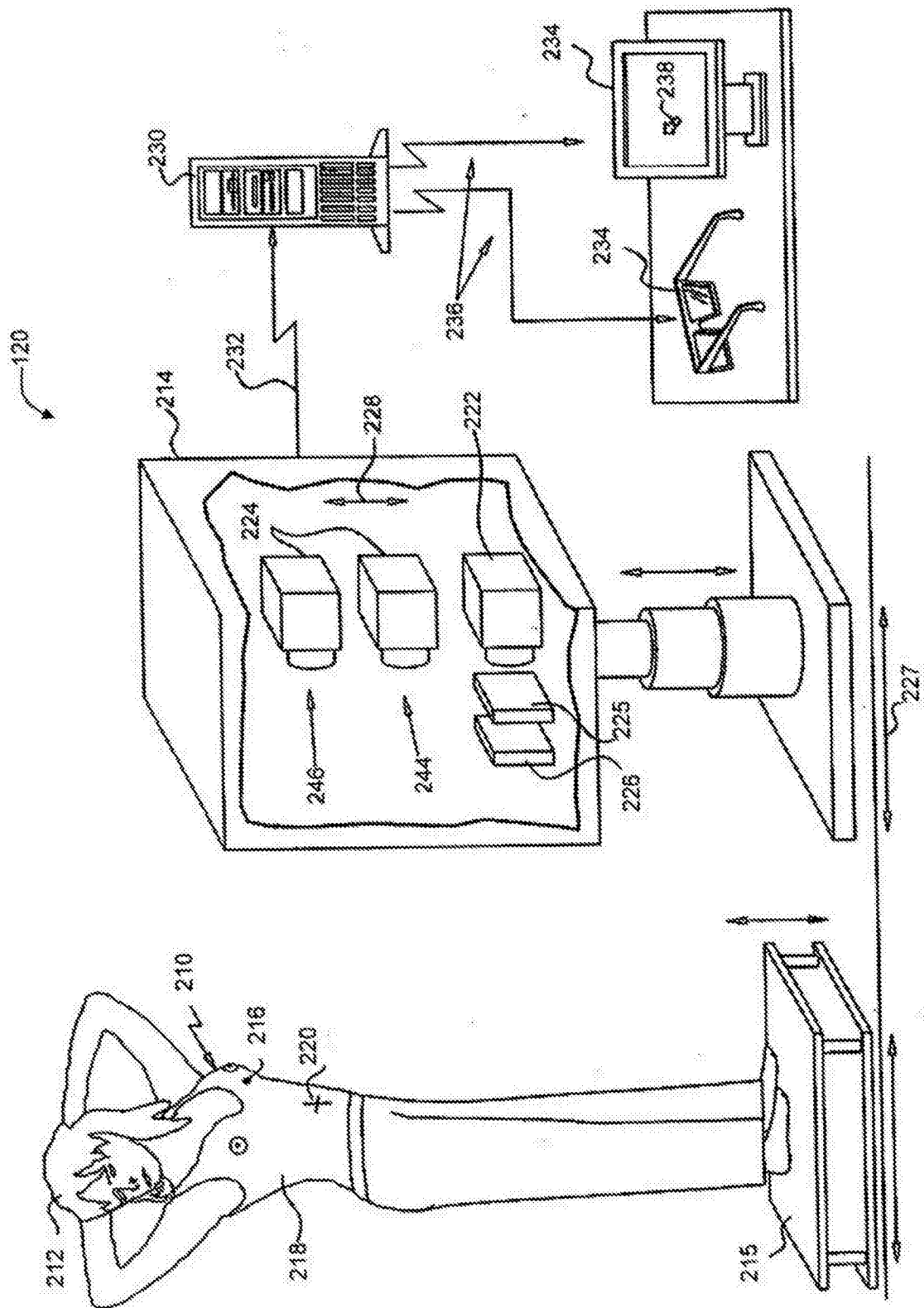


图7E

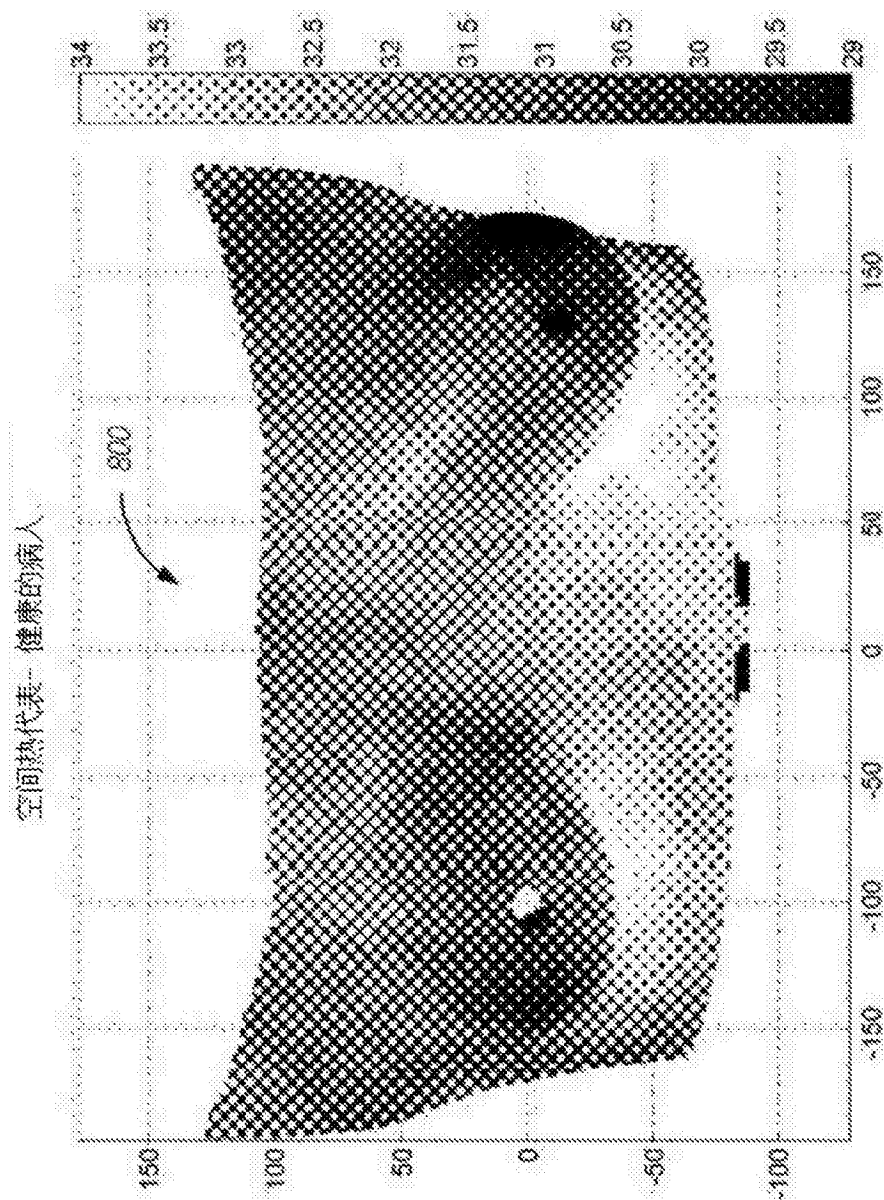


图8A

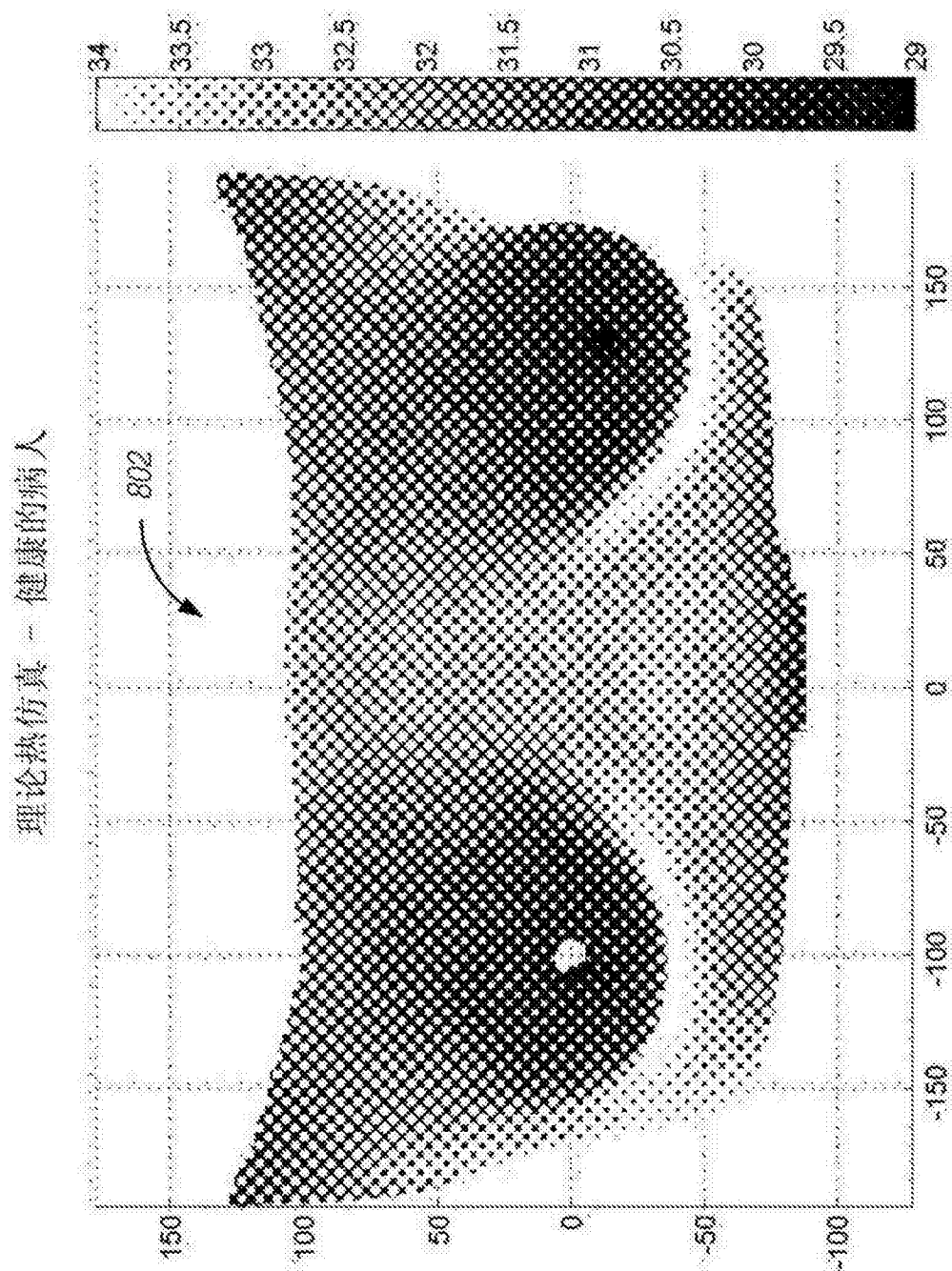


图8B

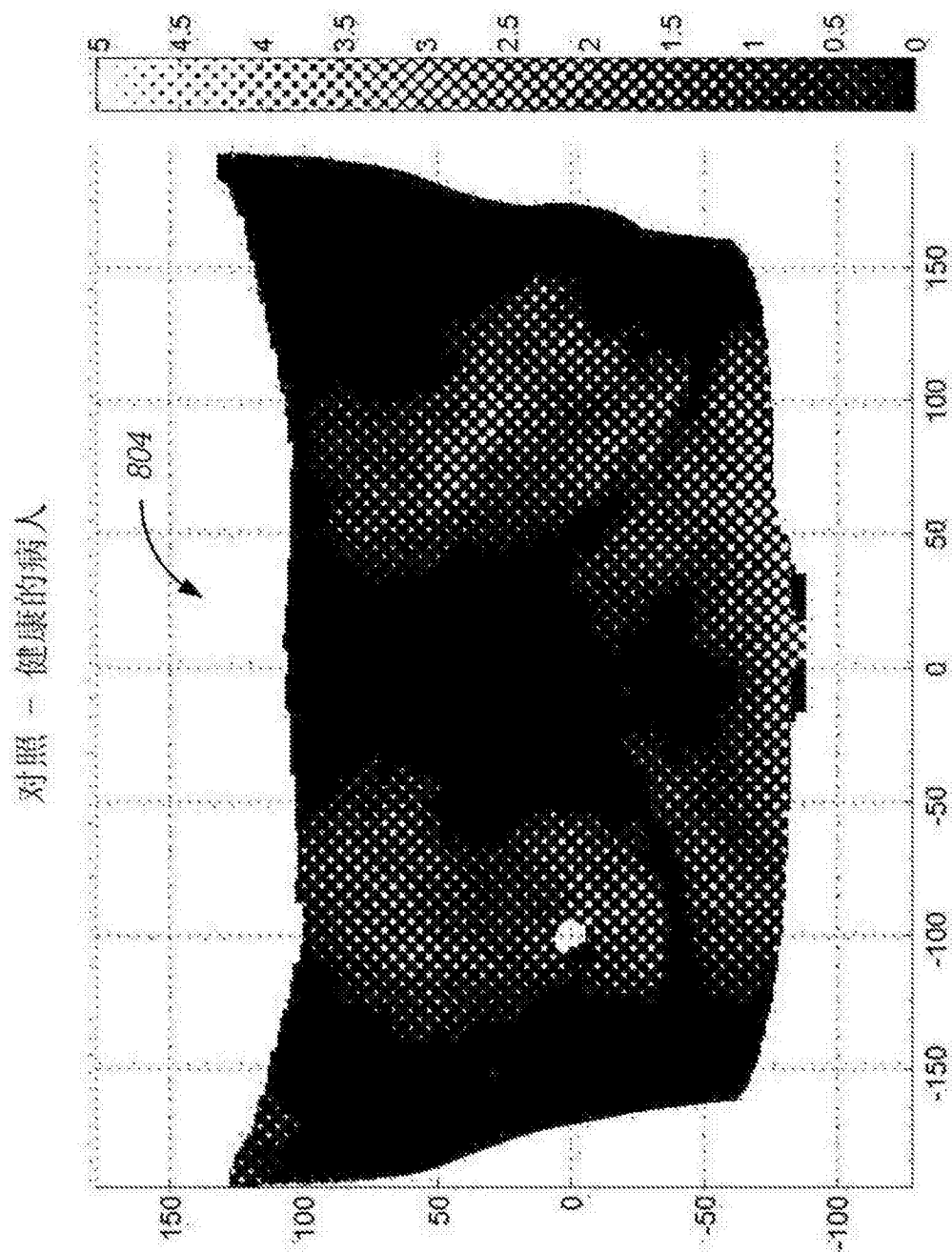


图8C

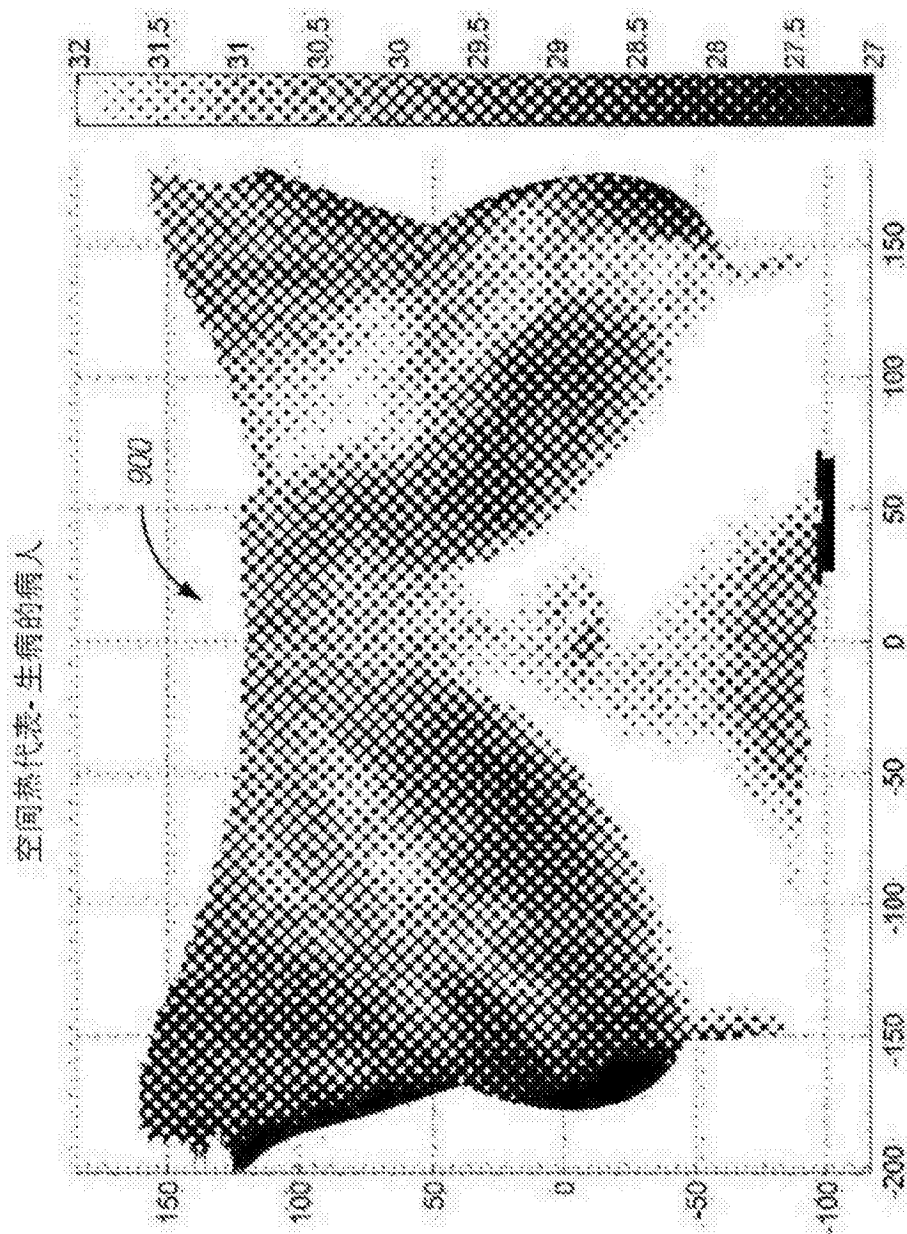


图9A

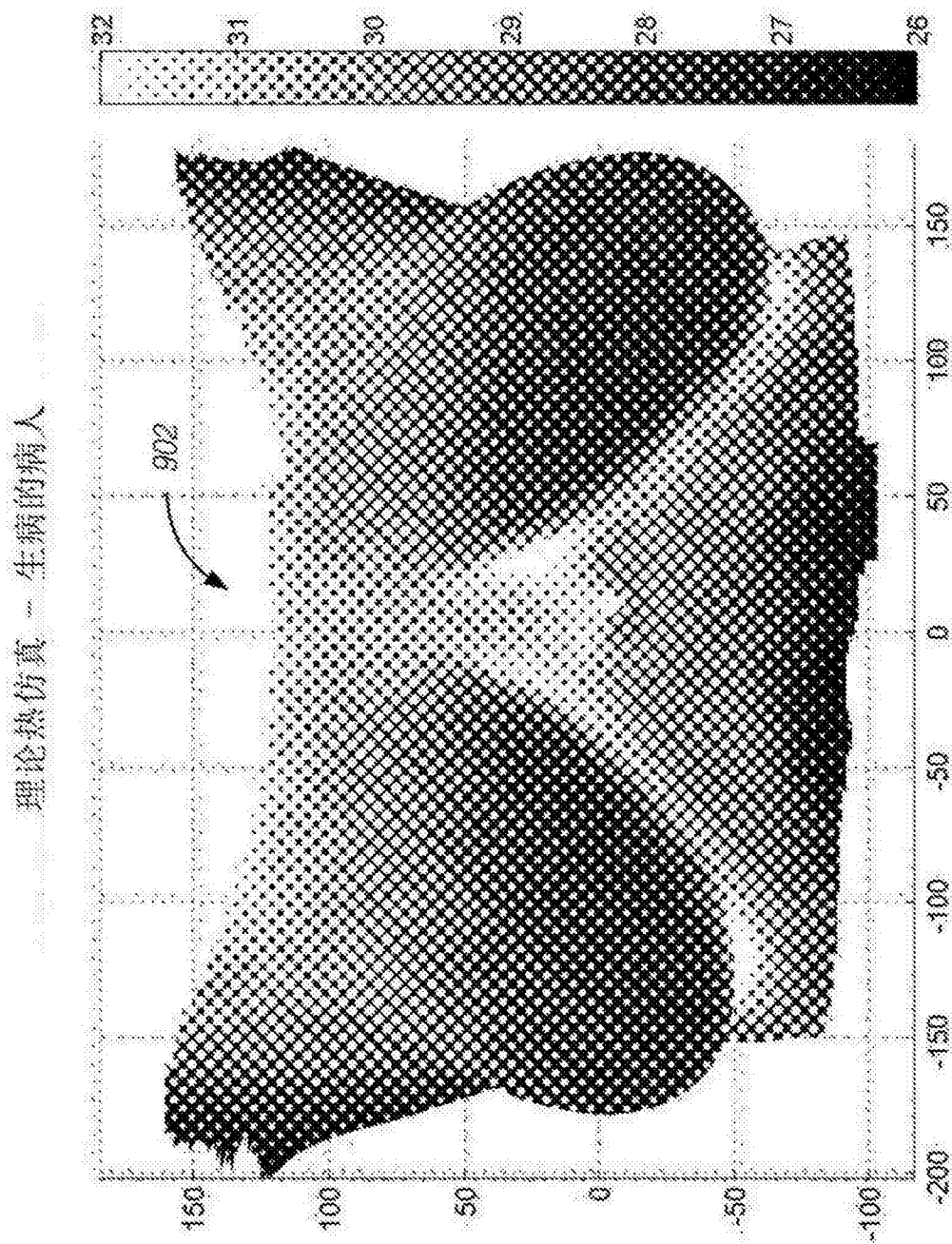


图9B

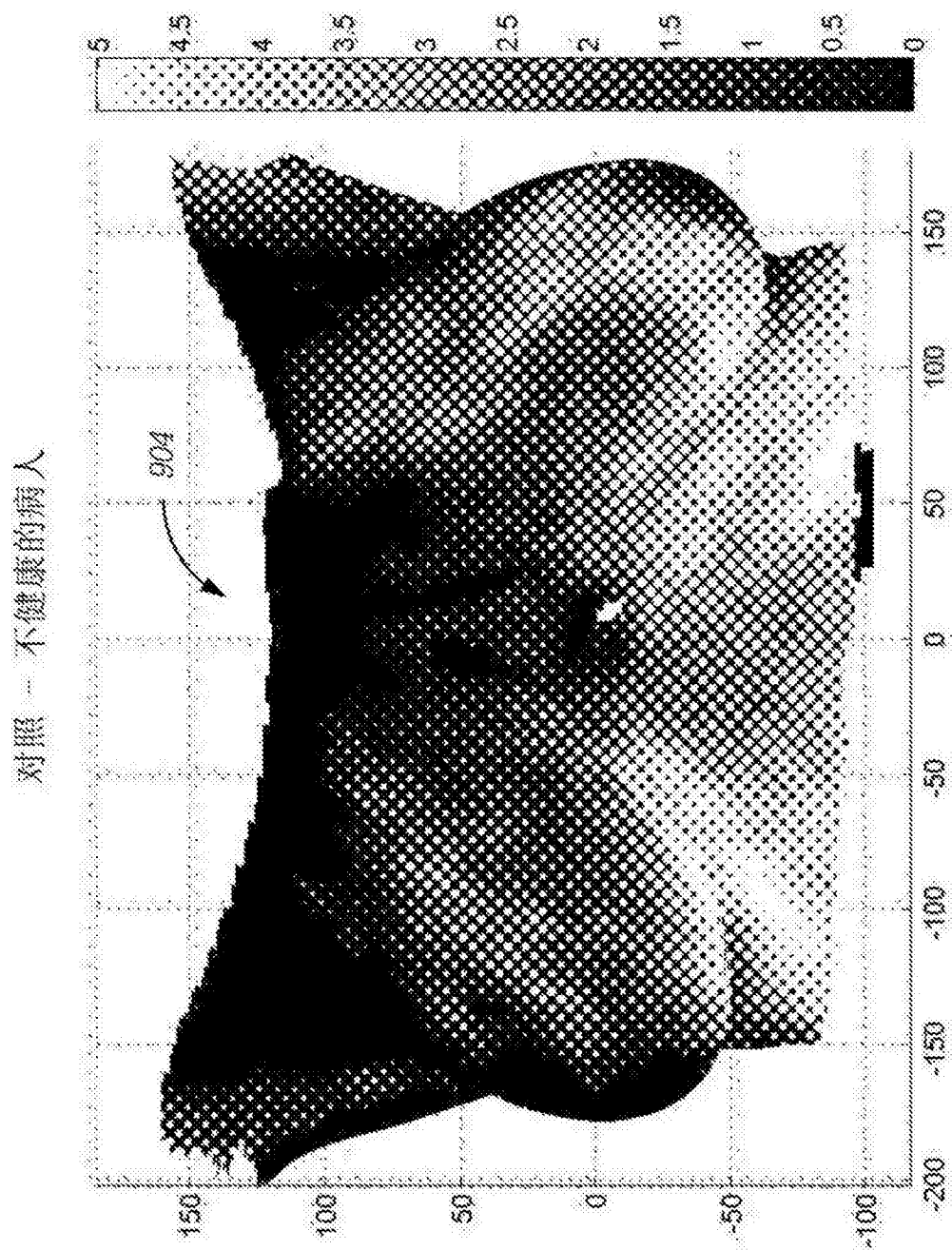


图9C