



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104427926 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 18

(21) 申请号 201380034131. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 06. 20

A61B 5/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 1/00(2006. 01)

61/665, 335 2012. 06. 28 US

A61B 5/0295(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 12. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/055071 2013. 06. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/001981 EN 2014. 01. 03

(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 H·埃尔哈瓦林 A·波波维奇

W·韦尔克鲁杰塞

(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

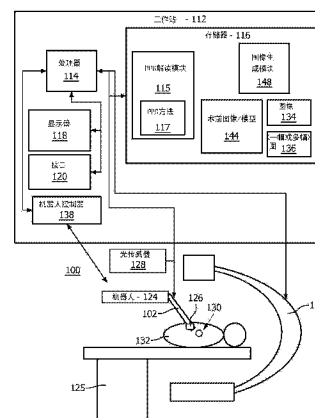
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

使用内窥镜图像上的光体积描记对通畅性的评估

(57) 摘要

一种用于评估通畅性的系统,所述系统包括:光传感器(128),其能相对于血管定位,以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号;光体积描记(PPG)解读模块(115),其被配置为接收所述图像信号,并且输出图像中表示PPG信息的像素值;图像生成模块(148),其被耦合到所述PPG解读模块,以接收所述像素值并且生成PPG图,所述PPG图要被输出到显示器以用于分析。



1. 一种用于评估通畅性的系统,包括:

光传感器 (128),其能相对于血管定位,以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号;

光体积描记 (PPG) 解读模块 (115),其被配置为接收所述图像信号并且输出图像中表示 PPG 信息的像素值;以及

图像生成模块 (148),其被耦合到所述 PPG 解读模块,以接收所述像素值并且生成 PPG 图,所述 PPG 图要被输出到显示器以用于分析。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述光传感器 (128) 包括照相机,并且所述照相机被安装在内窥镜上。

3. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述光传感器 (128) 包括照相机,并且所述照相机被安装在开放切口之上,以允许光从所述血管到达所述照相机。

4. 如权利要求 1 所述的系统,其中,使用机器人 (124) 来定位能相对于所述血管定位的所述光传感器。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述光传感器 (128) 能在第一时间相对于所述血管定位,并且在第二时间被定位在相同的位置,使得能够比较 PPG 信号以确定所述血管中的 PPG 变化。

6. 如权利要求 5 所述的系统,还包括机器人 (124),所述机器人被配置为允许在不同的时间对所述光传感器进行可重复定位。

7. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述图像生成模块 (148) 生成在不同的时间的所述 PPG 信号的减影图像。

8. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述减影图像被叠加在由所述光传感器收集的图像上。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述 PPG 图 (136) 被叠加在由所述光传感器收集的图像上。

10. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述 PPG 图 (136) 被叠加在 X 射线图像上。

11. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述血管包括搭桥移植植物,并且所述 PPG 图 (136) 指示在不同的时间通过所述移植植物的血流量。

12. 一种用于评估通畅性的系统,包括:

内窥镜 (102),其包括照相机 (128),所述内窥镜能相对于血管定位在身体内部,以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号;

光体积描记 (PPG) 解读模块 (115),其被配置为接收所述图像信号,从所述图像信号译解 PPG 信息,并且输出图像中表示 PPG 信息的像素值;

图像生成模块 (148),其被耦合到所述 PPG 解读模块,以接收所述像素值并且生成对应于多个时间的 PPG 图 (136);以及

显示器 (118),其被配置为接收所述 PPG 图并且显示所述 PPG 图以用于比较,使得所述 PPG 图的差异表示通过所述血管的流量的差异。

13. 如权利要求 12 所述的系统,其中,所述血管包括搭桥移植植物,并且所述内窥镜 (102) 在血管重建之前和之后能定位在相同的位置,以允许使用所述 PPG 图来对血流量进行比较。

14. 如权利要求 12 所述的系统,还包括机器人 (124),所述机器人被配置为允许在不同的时间对所述内窥镜进行可重复定位。

15. 如权利要求 12 所述的系统,其中,所述图像生成模块 (148) 生成在不同的时间的所述 PPG 信息的减影图像,其中,所述减影图像被叠加在由所述照相机收集的图像上,其中,所述 PPG 图 (136) 被叠加在由所述照相机收集的图像上,并且其中,所述血管包括搭桥移植,并且所述 PPG 图 (136) 指示在所述不同的时间通过所述移植物的血流量。

16. 一种用于评估通畅性的方法,包括:

将光传感器相对于血管定位 (702),以接收来自所述血管的光;

将所述光转换 (708) 成图像信号;

解读 (710) 所述图像信号,以确定光体积描记 (PPG) 信号并且输出图像中表示 PPG 信号的像素值;

生成 (712) PPG 图,所述 PPG 图要被输出到显示器以用于根据所述像素值进行分析;并且

分析 (718) 至少一个 PPG 图,以确定所述血管的通畅性。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述光传感器 (128) 包括照相机,并且所述照相机被安装在内窥镜开放切口之上中的至少一个上。

18. 如权利要求 16 所述的方法,其中,定位所述光传感器包括在不同的时间将所述光传感器定位 (704) 在相同的位置处,使得可以比较 PPG 信号以确定所述血管中的 PPG 变化,并且其中,定位所述光传感器包括采用 (706) 机器人以允许在不同的时间对所述光传感器进行可重复定位。

19. 如权利要求 16 所述的方法,还包括根据在不同的时间的 PPG 图生成减影图像,其中,所述减影图像被叠加在由所述光传感器收集的图像上,其中,所述 PPG 图被叠加在 X 射线图像上,并且其中,所述血管包括搭桥移植,并且所述 PPG 图指示在不同的时间通过所述移植物的血流量。

20. 如权利要求 20 所述的方法,还包括考虑所述血管中的运动以配准 PPG 图,其中,所述考虑包括以下中的至少一个:(i) 提供 (726) 被叠加在所述血管的所述图像信号上的网格,其中,所述网格的每个部分均包括要跟随的被跟踪点,以确定所述血管的所述运动;或者(ii) 提供 (728) 心电图 (ECG) 信号,并且在沿着所述 ECG 图的对应位置处触发 (730) PPG 测量,以考虑所述血管的运动。

使用内窥镜图像上的光体积描记对通畅性的评估

技术领域

[0001] 本公开涉及医疗器械和流程,并且更具体地涉及使用光体积描记 (PPG) 信息来监测组织中的流体流动。

背景技术

[0002] 在心脏搭桥外科手术期间,外科医生使用来自身体的一根或多根血管来为冠状动脉变窄的动脉粥样硬化患者进行搭桥。执行该操作的意图是增大冠状动脉中的血流量,所述冠状动脉为心脏的心肌组织供血。在微创 (MI) 心脏搭桥外科手术期间,细长的器械被插入到患者的胸部中的小切口,并且内窥镜提供可视化。在机器人引导的 MI 心脏搭桥外科手术中,器械中的一个或多个 (或内窥镜) 由机器人设备控制。能够在患者使用心肺转流术并且心脏处于心脏停搏的情况下,或者在心脏跳动的情况下执行心脏搭桥外科手术。

[0003] 术中使用 X 射线血管造影或超声,或者术后使用体积成像 (计算机断层摄影 (CT)、磁共振成像 (MRI)) 来证实在搭桥之后的移植物通畅性。两种术中技术均证实在移植物中和在移植物下游的冠状动脉中的流动。然而,对动脉的成功血管重建可能不一定造成心肌的成功灌注,这是由于较小血管中的流动 (其在常规成像中不可见) 也可能被阻塞。额外地,这些成像模态常常是外科医生不能获得的。

发明内容

[0004] 根据本发明的示范性实施例,描述了一种用于评估通畅性的系统,所述系统包括:光传感器,其能相对于血管定位,以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号;光体积描记 (PPG) 解读模块,其被配置为接收图像信号并且输出图像中表示 PPG 信息的像素值;图像生成模块,其被耦合到所述 PPG 解读模块,以接收所述像素值并且生成 PPG 图,所述 PPG 图要被输出到显示器以用于分析。

[0005] 例如,光传感器能够包括照相机,所述照相机被安装在内窥镜上和/或在开放切口之上,以允许光从血管到达照相机。能够使用机器人来定位能相对于血管定位的光传感器。所述光传感器能够在第一时间相对于血管定位,并且在第二时间被定位在相同的位置,使得能够比较 PPG 信号以确定血管中的 PPG 变化。所述系统还能够包括机器人,所述机器人被配置为允许在不同的时间对光传感器进行可重复定位。图像生成模块能够生成在不同的时间的 PPG 信号的减影图像也是可能的。所述减影图像能够被叠加在由光传感器收集的图像上。PPG 图能够被叠加在由光传感器收集的诸如 X 射线图像的图像上也是可能的。而且,血管能够包括搭桥移植物,并且 PPG 图能够指示在不同的时间通过移植物的血流量。

[0006] 根据本发明的另一示范性实施例,描述了一种用于评估通畅性的系统,所述系统包括:包括照相机的内窥镜,所述内窥镜能相对于血管定位在身体内部,以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号;光体积描记 (PPG) 解读模块,其能够被配置为接收所述图像信号,从所述图像信号译解 PPG 信息,并且输出图像中表示 PPG 信息的像素值;图像生成模块,其能够被耦合到所述 PPG 解读模块,以接收所述像素值并且生成对应于多个

时间的 PPG 图 ;使得所述 PPG 图的差异表示通过所述血管的流量的差异。

[0007] 例如,血管能够包括搭桥移植,并且内窥镜能够在血管重建之前和之后定位在相同的位置,以允许使用 PPG 图对血流量进行比较。所述系统还能够包括被配置为允许在不同的时间对内窥镜进行可重复定位的机器人。图像生成模块能够生成在不同的时间的 PPG 信息的减影图像也是可能的。所述减影图像能够被叠加在由照相机收集的图像上。PPG 图能够被叠加在由照相机收集的诸如 X 射线图像的图像上。而且,血管能够包括搭桥移植,并且 PPG 图能够指示在不同的时间通过移植物的血流量。

[0008] 根据本发明的又一示范性实施例,描述了一种用于评估通畅性的方法,所述方法包括:将光传感器相对于血管定位,以接收来自所述血管的光;将所述光转换成图像信号;解读所述图像信号,以确定光体积描记 (PPG) 信号并且输出图像中表示 PPG 信号的像素值;生成 PPG 图,所述 PPG 图要被输出到显示器以用于根据所述像素值进行分析;以及分析至少一个 PPG 图,以确定所述血管的通畅性。

[0009] 例如,所述光传感器能够包括被安装在内窥镜上和 / 或在开放切口之上的照相机。定位光传感器能够包括在不同的时间将光传感器定位在相同的位置处,使得能够比较 PPG 信号以确定血管中的 PPG 变化。定位光传感器能够包括采用机器人以允许在不同的时间对光传感器进行可重复定位也是可能的。所述方法还能够包括根据在不同的时间的 PPG 图生成减影图像。由光传感器。血管包括搭桥移植并且 PPG 图指示在不同的时间通过移植物的血流量也是可能的。所述方法还能够包括考虑血管中的运动以配准 PPG 图。所述考虑能够包括例如提供被叠加在血管的图像信号上的网格,在所述网格处,所述网格的每个部分均包括要跟随的跟踪点,以确定血管的运动。所述考虑包括提供心电图 (ECG) 信号,并且在沿着 ECG 图表的对应位置处触发 PPG 测量,以考虑血管的运动也是可能的。

附图说明

[0010] 根据以下对其示例性实施例的详细描述,本公开的这些和其他目标、特征以及优点将变得明显,所述详细描述要联系附图进行阅读。

[0011] 本公开将参考以下附图详细呈现对优选实施例的以下描述,在所述附图中:

[0012] 图 1 是根据一个实施例的示出用于确定针对组织通畅性的光体积描记 (PPG) 信号的系统的方框 / 流程图;

[0013] 图 2 是根据另一实施例的示出用于使用机器人引导的内窥镜来确定针对血管通畅性的 PPG 信号的另一系统设置的图表;

[0014] 图 3 是根据另一实施例的示出心脏的内窥镜图像,在所述内窥镜图像上叠加有 PPG 的减影图像;

[0015] 图 4 是根据另一实施例的示出心脏的内窥镜图像,在所述内窥镜图像上叠加有网格图像以评估点移动;

[0016] 图 5 是根据另一实施例的示出用于测量 PPG 信号的触发点的心电图 (ECG);

[0017] 图 6 是根据另一实施例的示出心脏的 X 射线图像 (血管造影图),在所述 X 射线图像上叠加有 PPG 图像 /PPG 图;并且

[0018] 图 7 是根据示例性实施例的用于通畅性评估的方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 根据本发明的原理,提供使用从组织发射或反射的光来确定感兴趣区域中的流体流动的系统和方法。在一个实施例中,采用光体积描记 (PPG) 来评估组织中的血流量。PPG 使用光反射或透射来检测经过身体的心血管脉搏波。PPG 基于以下原理,即:血液比周围组织吸收更多的光,因此血容量的变化相应地影响透射或反射。PPG 信号可以用于仅使用 CCD 照相机和环境光照明来检测呼吸率和心率。本文中描述的系统和方法可以从基于 CCD 照相机的图像上的感兴趣区域提取例如绿色和蓝色像素强度,并且然后测量它们随时间推移的变化。也可以提取并监测其他信息。较高幅度的信号对应于较高的反射率以及因此在被成像的像素的位置处的较小的血容量。能够通过标绘在每个像素处的 PPG 信号来生成 PPG 图。PPG 的使用使得能够从视频提取关于心率和呼吸率的信息。在心跳循环期间的不同相位处,PPG 图上的信号或像素的强度与血容量成比例。

[0020] PPG 可以用于使用常规的基于 CCD 的照相机以完全无创且廉价的方式从对象提取生命体征。能够利用该技术 (PPG) 测量的生命体征包括心率、心率变化性、呼吸率、动脉血氧饱和度 (SpO₂)。PPG 也可以提供有价值的生理信息,例如,能够提供体积描记波形的形状和 PPG 信号 (在解剖结构位置之上) 的空间分布 (即,PPG 成像)。可以从所述波形提取诸如脱水的生理信息,所述生理信息在外科手术期间改变 PPG 信号上的呼吸深度的调制。

[0021] 在一个实施例中,本原理提供一种量度和一种可视化方法,所述量度用于使用心脏的内窥镜图像和 PPG 来对搭桥流程的成功的证实,能够使用 PPG 信号来在所述心脏的内窥镜图像和所述 PPG 中直接比较在已经执行搭桥之前与之后的血流量和血容量;所述可视化方法用于外科医生评估心肌组织和血管中的血容量。在处理内窥镜图像之后,搭桥之前与之后的 PPG 图变化能够示出增大的血容量,所述增大的血容量指示成功的血管重建。本原理可以用于使用 PPG 信号来核查移植植物通畅性,例如在不停跳的心脏外科手术的情况下使用特征跟踪。在使用利用 ECG 信号进行门控的不停跳的心脏外科手术的情况下,也可以采用使用 PPG 信号来核查移植植物通畅性的方法。在另一实施例中,公开了一种为了全面证实框架而组合 PPG 图像与 X 射线图像的方法。

[0022] 应当理解,本发明将从医疗器械与流程方面进行描述;然而,本发明的教导宽泛得多,并且可应用于在其中能够使用从表面收集的光来进行流量测量的任何结构或系统。在一些实施例中,本原理用于跟踪或分析复杂的生物或机械系统。特别地,本原理可应用于对生物系统的内部跟踪流程、在身体的所有区 (例如肺、胃肠道、排泄器官、血管等) 中的流程。附图中描绘的元件可以在硬件与软件的各种组合中得以实施,并且提供可以被组合在单个元件或多个元件中的功能。

[0023] 能够通过使用专用硬件以及与适当的软件相关联的能够运行软件的硬件来提供附图中示出的各种元件的功能。当所述功能由处理器提供时,所述功能能够由单个专用处理器提供,由单个共享处理器提供,或由多个个体处理器提供,所述多个个体处理器中的一些能够被共享。此外,术语“处理器”或“控制器”的明确使用应当被解释为专指能够运行软件的硬件,并且能够隐含地包括但不限于数字信号处理器 (“DSP”) 硬件、用于存储软件的只读存储器 (“ROM”)、随机存取存储器 (“RAM”)、非易失性存储装置等。

[0024] 此外,本文中记载本发明的各种原理、方面和实施例,以及其特定范例的全部陈述均旨在涵盖其结构和功能二者上的等效方案。额外地,旨在这样的等效方案包括当前已知

的等效方案以及未来开发的等效方案（即，所开发的执行相同功能能够的任何元件，无论结构如何）二者。因此，例如，本领域技术人员应当理解，本文中呈现的方框图表示实现本发明的原理的示例性系统部件和 / 或电路的概念图。类似地，应当理解，任何流程图、流程图表等表示各种过程，所述过程基本上可以被表示在计算机可读存储介质中，并且由计算机或处理器如此运行，无论是否明确示出这样的计算机或处理器。

[0025] 此外，本发明的实施例能够采取可从计算机可用存储介质或计算机可读存储介质访问的计算机程序产品的形式，所述计算机可用存储介质或所述计算机可读存储介质提供程序代码，所述程序代码由计算机或任何指令运行系统使用或与之连接。出于本说明书的目的，计算机可用存储介质或计算机可读存储介质能够是可以包括、存储、通信、传播或传输由指令运行系统、装置或设备使用或与之连接的程序的任何装置。所述介质能够是电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统（或装置或设备）或传播介质。计算机可读介质的范例包括半导体存储器或固态存储器、磁带、可移除计算机磁盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、硬磁盘以及光盘。光盘的当前范例包括压缩盘一只读存储器（CD-ROM）、压缩盘一读 / 写（CD-R/W）、蓝光™以及 DVD。

[0026] 现在参考附图并且首先参考图 1，示例性地示出了根据一个实施例的用于光体积描记（PPG）阅读和分析的系统 100，在所述附图中，同样的标号表示相同或相似的元件。系统 100 可以包括从其监督和 / 或管理流程的工作站或控制台 112。工作站 112 优选地包括一个或多个处理器 114 和用于存储程序和应用的存储器 116。存储器 116 可以存储 PPG 解读模块 115，所述 PPG 解读模块 115 被配置为分析光反射或透射，以检测经过组织的脉搏波。在特别有用的实施例中，使用光透射和 / 或反射来分析心血管系统或肺系统。由于血液比周围组织吸收更多的光，因此血容量的变化与光从组织的透射或反射相关。解读模块 115 被配置为解读来自诸如照相机（例如，CCD 照相机）的光捕获设备或传感器 128 或者光波导和成像设备（例如，光 / 光学传感器）等的光学信号。光学信号优选地被转换为具有像素值的数字图像。解读模块 115 包括 PPG 脉冲和波方法 117，所述 PPG 脉冲和波方法 117 被配置为译解反射或透射中的小的变化，所述变化可以被渲染为显示器或图像（例如，PPG 图）上的像素强度 / 颜色变化。所述方法可以包括快速傅立叶变换和适于输出 PPG 信号差异以允许针对组织进行绘制的 PPG 信号的其他数学算法。在一个实施例中，光捕获设备 128 被安装在医学设备 102 上或中。医学设备 102 可以包括导管、导丝、探头、内窥镜、机器人、电极、过滤设备、气囊设备或其他医学部件等。

[0027] 在一个实施例中，工作站 112 包括图像生成模块 148，所述图像生成模块 148 被配置为接收来自解读模块 115 的反馈，以显示通过光捕获设备 128 从图像收集的像素数据（例如，颜色分量的变化或颜色分量的强度，例如，蓝色和绿色）的图像。在一个实施例中，所着色的像素数据包括像素强度。图像生成模块 148 可以输出例如随时间推移积累的蓝色和绿色的像素数据，以生成一个或多个图形。所述一个或多个图形可以被显示在显示器 118 上，以提供对通过组织的血流量的读数或信息。图像生成模块 148 可以用于在图像中生成网格或其他叠加信息。例如，网格可以用于跟踪图像中的许多点，以考虑图像随时间推移的移动（以下关于图 4 所描述的）。图像生成模块 148 可以被配置为增强图像，并且提供用于比较 PPG 图（之前和之后的图像）的比较工具，以评估通过血管的血流量。

[0028] 在特别有用的实施例中，根据本原理分析身体 132 的内部组织 130（在操作台 125

上示例性地描绘的)。在一个实施例中,内部组织 130 包括在搭桥外科手术期间或之后的冠状动脉移植植物。内部组织 130 被接近以用于使用具有光捕获设备 128 的内窥镜 102 的光学成像。随时间推移收集并从光传感器 128 或照相机记录内部组织 130 的一幅或多幅图像 134。内窥镜 102 包括被配置为照亮组织 130 的一盏或多盏灯 126。所述一盏或多盏灯 126 可以产生具体波长的光(例如,红光或红外光,尽管可以采用其他波长),所述具体波长的光被配置为增强 PPG 测量的操作的敏感性。应当理解,可以在没有光或其他辐射源的情况下采用热或其他电磁标记。可以根据从多个途径(例如,多于一个传感器)收集的数据来生成 PPG 信号。

[0029] 由解读模块 115 收集并解读图像 134,以确定感兴趣的像素值。一旦确定了像素值,则将像素值输出到图像生成模块 148,以显示在显示设备 118 上。工作站 112 包括用于观看对象(患者)或组织 130 的内部图像的显示器 118。内部图像 144 可以包括身体 132 的术前或术中图像。这些图像可以由另一成像模态或系统 110 收集。PPG 图 136 可以被叠加在图像 134 和 / 或 144 上。图像生成模块 148 可以将数据叠加在图像 134 上,以创建叠加图 136 或对所收集的数据的其他渲染。显示器 118 也可以允许用户与工作站 122 及其部件和功能或者在系统 100 之内的任何其他元件的交互。这通过接口 120 被进一步促进,所述接口 120 可以包括键盘、鼠标、操纵杆、触感设备,或允许来自工作站 112 的用户反馈和与工作站 112 的用户交互的任何其他的外围设备或控制设备。

[0030] 对在不同的时间的图 136 的比较提供了用于确定通畅性的优选的操作模式。(在内窥镜 102 中用于内部应用的)光感测设备 128 的位置在两个不同的时间(例如,已经安装移植植物之前和之后)处被维持或被返回到相同的位置。在一个实施例中,相同的位置是手动实现的。在另一实施例中,机器人 124 由机器人控制器 138 控制,以返回到相同的之前和之后的位置。在又另一实施例中,通过移动循环(例如,心搏或呼吸循环)对 PPG 光测量进行计时。以这种方式,使测量在相同时间 / 解剖结构的位置处以考虑运动伪影。所述相同时间 / 位置可以从心电图、呼吸循环测量等中获得。

[0031] PPG 原理用于确保在介入流程期间搭桥已经成功。由于在微创流程期间,内窥镜 102 可以包括照相机(例如,光收集设备 128),因此来自照相机的图像 134 能够用于提取在已经执行搭桥之前和之后关于血流量和血容量的信息。该成像能够用于辅助由例如成像设备 110 的其他成像,或被用作单机成像模态,即使在未配备 X 射线设备的操作室中。成像设备 110 被示例性地描绘为 C 臂型 X 射线设备;然而,可以采用其他成像模式来代替或额外于 X 射线。

[0032] 有利地,可以提供仅使用内窥镜图像而没有任何额外的硬件来评估移植植物通畅性。在模块 115 中,使针对移植植物通畅性评估的图像经受模块 115 中的 PPG 算法 / 方法 117,以输出 PPG 图 136。尽管本范例描述了移植植物通畅性,但是本原理不仅可应用于冠状动脉搭桥移植,而且还可应用于在其中执行血管重建或需要评估血流量的任何其他外科手术流程。另外,能够使用本原理来证实在其中期望血容量和血流量的变化作为结果的任何流程,例如肿瘤消融、聚焦超声消融等。

[0033] 在范例中,能够使用 PPG 信号直接比较在已经执行搭桥之前与之后的血流量和血容量。这在不停跳的心脏外科手术的情况下,通过也采用心脏或血管的图像中的特征跟踪,能够用于使用 PPG 信号来核查移植植物通畅性。也能够在使用具有 ECG 信号的不停跳

的心脏外科手术的情况下,使用 PPG 信号来核查移植物通畅性。

[0034] 特征跟踪可以包括比较随时间推移的两个或更多个 PPG 信号;信号每次均提取自相同的解剖结构位置。可以跟踪图像中的显著的或有区别的一个或多个特征,以确定它们的运动来评估组织的运动。这样做的一种方式是将图像划分成网格并且跟踪网格的多个单元中的每个中的点,以确保 PPG 信号在两个不同的时间点处均提取相同的解剖结构的点的集合。这也能够通过其他跟踪方法来实现。

[0035] 成像设备 110 可以包括荧光检查(X射线)成像系统、计算机断层摄影(CT)系统、磁共振成像(MRI)系统以及超声(US)系统等。在开放式外科手术中,小的 CCD 照相机(例如,在外部安装的照相机)能够被定位在术野之上,以执行对利用例如在内窥镜上的照相机执行的内部流程的类似分析。

[0036] 参考图 2,示出了另一示例性设置,所述设置包括由工作站 112(图 1)控制的机器人 202。外科医生继续以标准方式执行微创心脏搭桥外科手术。在执行搭桥和吻合之前,具有照相机 128 的内窥镜 102 被定位在患者 206 中的心脏 204 之上。成像优选地发生在将执行搭桥的区附近,亦即,冠状动脉上具有动脉粥样硬化变窄的位置。如果不能看到该靶解剖结构,那么能够执行叠加融合术前图像(例如,CT 扫描)和内窥镜图像。

[0037] 如果机器人 202 用于引导内窥镜 102,则能够存储机器人 202 在内窥镜 102 被正确定位在心脏 204 之上时的关节位置,以在随后已经完成搭桥之后得到参考,使得能够重现该位置以用于对心脏 204 进行成像。当内窥镜 102 在适当的位置的情况下,能够采取在一段时间段上的内窥镜图像,并且然后能够针对每个图像生成 PPG 图。

[0038] 一旦已经完成了搭桥,则将内窥镜 102 定位在与搭桥之前相同的位置。在机器人引导的内窥镜的情况下,机器人 202 能够返回到如之前的确切位置。内窥镜 102 采取该区域的新的图像,并且再次生成 PPG 图。假设搭桥位置下游的血管以及心肌组织应当从经搭桥的血管接收更大量的血液,则在搭桥之前和之后的 PPG 信号应当显示强烈的差异。如果不是这样的情况,则信号将非常相似。

[0039] 对于外科医生,能够以若干种方式呈现 PPG 图的可视化以促进评估。能够并排地以及与减影图像一起示出之前和之后的 PPG 图。这些图像和图可以由图像生成模块 148(图 1)生成。减影图像能够被绘图上颜色,示出具有最大信号差异的位置,所述位置指示在其中血流量改变最多的组织。另外,能够将颜色图叠加到内窥镜图像上,以给出能够找到血容量的最大差异地方的更好的感测。也可以从图搜集其他有用的信息。

[0040] 参考图 3,示出了示例性图像 300,所述图像 300 具有被叠加到心脏 306 的内窥镜图像 304 上的颜色图 302。颜色图 302 提供在搭桥流程之前和之后的心肌组织之间的 PPG 减影信号(例如,从之后的像素值减去之前的像素值(或者相反)),以提供差分图或减影图)。在这种情况下,颜色图 302 上的信号强度越高,指示血容量在搭桥之前和搭桥之后的图像之间的差异越大。如果在搭桥位置下游未观察到大的差异,那么流程的成功性是有问题的,并且需要进一步调查。

[0041] PPG 信号对运动非常敏感。如果特定的像素在图像中移动,那么 PPG 信号将有很大不同,并且可以不对应于期望的值。在患者未借助于心肺流转机的情况下,不停跳的心脏可以引起足以致使 PPG 信号无用的运动。图 4 描述了被提供来解决这样的情况实施例。

[0042] 参考图 4,示出了具有网格 404 的图像 402,所述网格 404 将图像 402 划分成多个

部分 406。每个部分 406 包括在每个网格部分 406 中被跟踪的至少一个点 408。能够在每个网格位置或部分 406 处获得 PPG 信号。能够通过观看并比较图像序列,在图像中实时跟踪被跟踪的点 408(例如,每个网格的中心点,尽管可以采用其他点)。由于能够将图配准到被跟踪的点,因此这将允许 PPG 信号随时间推移是可比较的。尽管将图像 402 划分成网格 404 并且跟踪单元 406 中的每个中的点 408 是一种有效的方法来确保 PPG 信号在两个不同的时间点处是从相同的解剖结构点的集合提取的,但是也可以采用并预期其他跟踪方法,例如,跟踪图像上的显著特征而非中心点等。

[0043] 参考图 5,心电图 (ECG) 502 提供一波形,所述波形可以用于触发 PPG 信号测量。这促进对 PPG 信号的收集以证实或核查例如移植物通畅性。使用 ECG 信号,在例如图形 502 上的对应点 504 处触发内窥镜,以在心脏循环期间对应的循环中在确切相同的地方 / 时间收集图像。这使 PPG 信号中的运动伪影最小化。也可以采用其他计时信号,例如呼吸循环等。

[0044] 参考图 6,可以通过采用两个或更多个成像模态来核查移植物或其他解剖结构特征。例如,可以执行 X 射线移植物通畅性与 PPG 移植物通畅性证实的组合。可以通过已知的方法配准 X 射线图像与内窥镜图像的坐标系。能够将这样的方法扩展到 PPG 成像,这是因为这些图像是根据内窥镜流处理的。以这种方式,能够将 X 射线图像 602(例如,冠状动脉血管造影)与 PPG 图像 604 组合,以在同一图像中将两种模态可视化(例如,通过叠加)。

[0045] 参考图 7,示例性地示出了根据本原理的用于评估通过组织的血管或血流的通畅性的方法。在方框 702 中,将光传感器相对于血管定位以接收来自血管的光。光传感器可以包括照相机,并且照相机可以被安装在内窥镜或开放切口中的一个上。在方框 704 中,定位光传感器可以包括在不同的时间将光传感器定位在相同的位置,使得可以比较 PPG 信号以确定血管中的 PPG 变化。在另一实施例中,在方框 706 中,机器人可以用于允许在不同的时间对光传感器进行可重复定位。

[0046] 在方框 708 中,将光转换成图像信号。在方框 710 中,解读图像信号以确定光体积描记 (PPG) 信号,并且输出图像中表示 PPG 信息的像素值。在方框 712 中,生成 PPG 图,所述 PPG 图要被输出到显示器以用于根据像素值进行分析。在方框 714 中,可以提供在不同的时间生成的 PPG 信号的减影图像。在方框 716 中,可以将减影图像或 PPG 图叠加在由光传感器收集的图像(例如,在内窥镜图像之上)或其他图像上。应当注意,可以在 PPG 图之间执行其他操作以提供比较。

[0047] 在方框 718 中,分析至少一个 PPG 图以确定血管的通畅性。在方框 720 中,可以将 PPG 图叠加在内窥镜图像、X 射线图像、超声图像等上。在方框 722 中,血管可以包括搭桥移植物,并且 PPG 图可以指示在不同的时间通过移植物的血流量。

[0048] 在方框 724 中,考虑感兴趣区的运动。跟随两个范例,尽管可以采用其他方法。在方框 726 中,可以在血管的图像信号上生成网格叠加。网格的每个部分可以包括要跟随的被跟踪的点,以确定随时间推移的血管的运动。在方框 728 中,提供计时量度(例如,心电图 (ECG) 信号)。在方框 730 中,采用计时信号以用于触发在沿着计时信号的对应位置处的 PPG 测量,以考虑血管的运动。

[0049] 在解释权利要求时,应当理解:

[0050] a) “包括”一词不排除存在给定权利要求中列出的元件或动作之外的其他元件或

动作；

[0051] b) 元件前的“一”或“一个”一词不排除存在多个这样的元件；

[0052] c) 权利要求中的任何附图标记不限制其范围；

[0053] d) 若干“器件”可以由相同的项目或硬件或实施结构或功能的软件来表示；以及

[0054] e) 并不要求动作的具体顺序，除非具体指示。

[0055] 已经描述了用于使用内窥镜图像上的光体积描记来评估通畅性的优选实施例（其旨在图示而非限制），应当注意，按照以上教导，本领域技术人员能够做出修改和变型。因此，应当理解，在本公开的具体实施例中可以做出改变，公开的所述改变在如权利要求书概括的在本文中公开的实施例的范围之内。因此，已经描述了由专利法要求的详情和特征，在权利要求书中阐述了由专利证书权利要求和期望保护的内容。

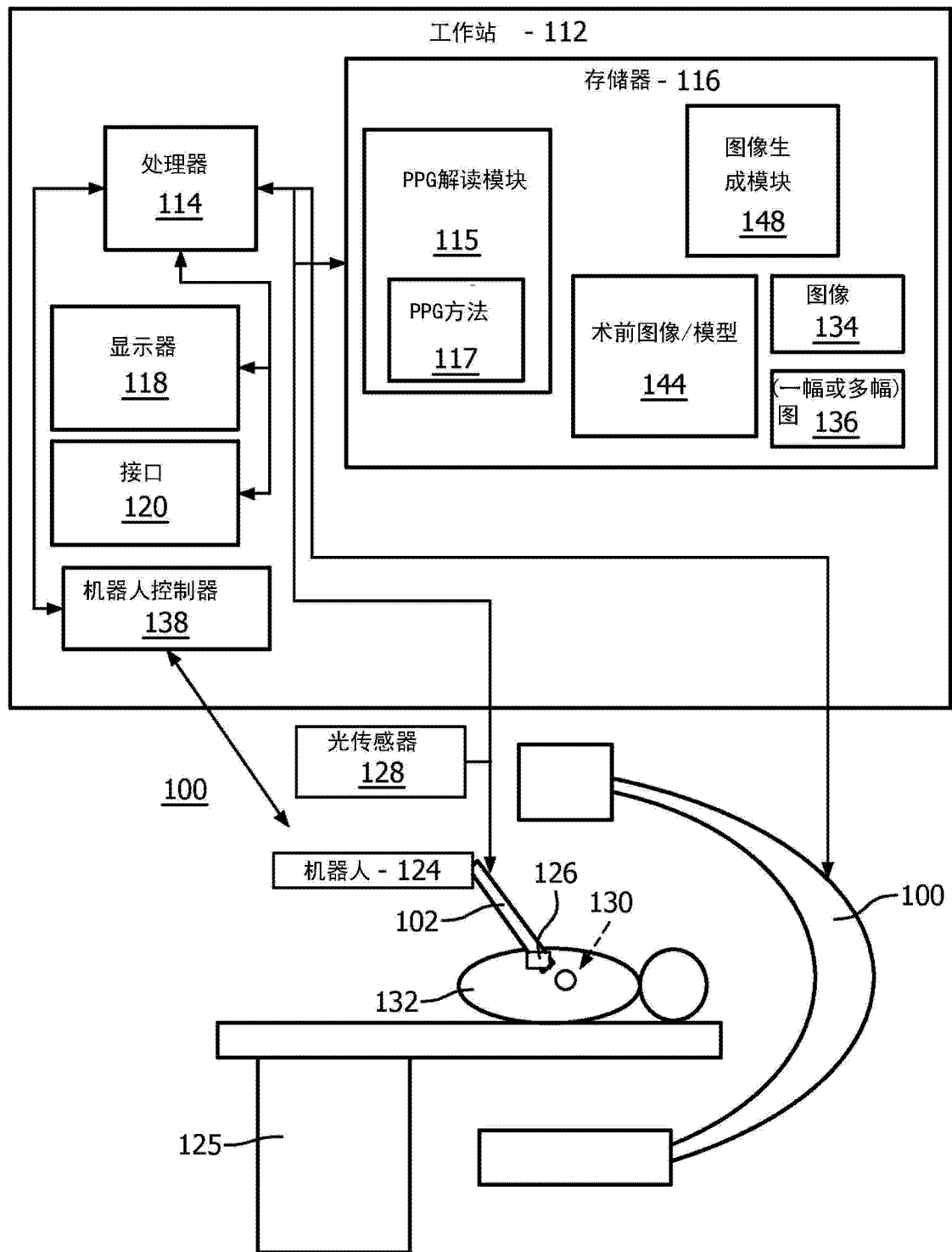


图 1

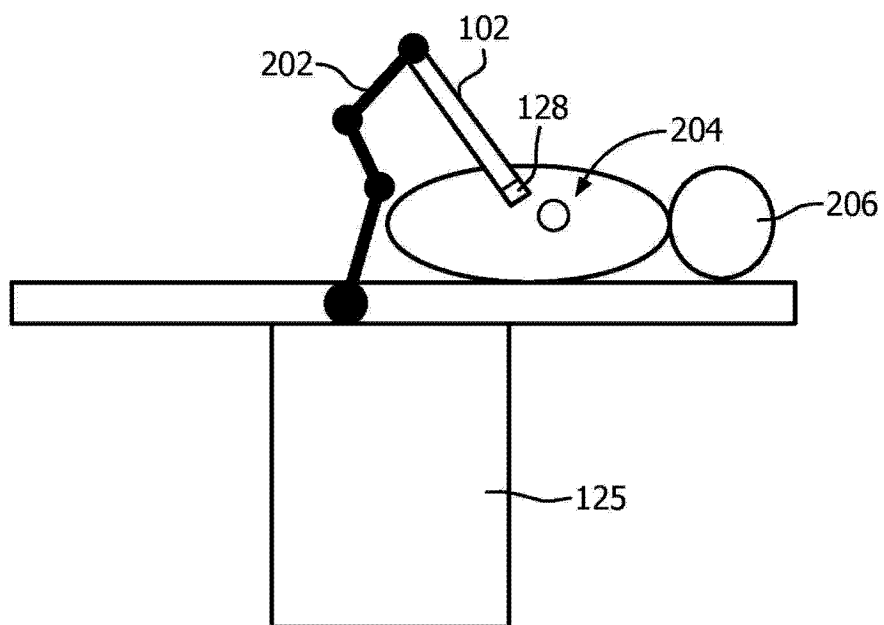


图 2

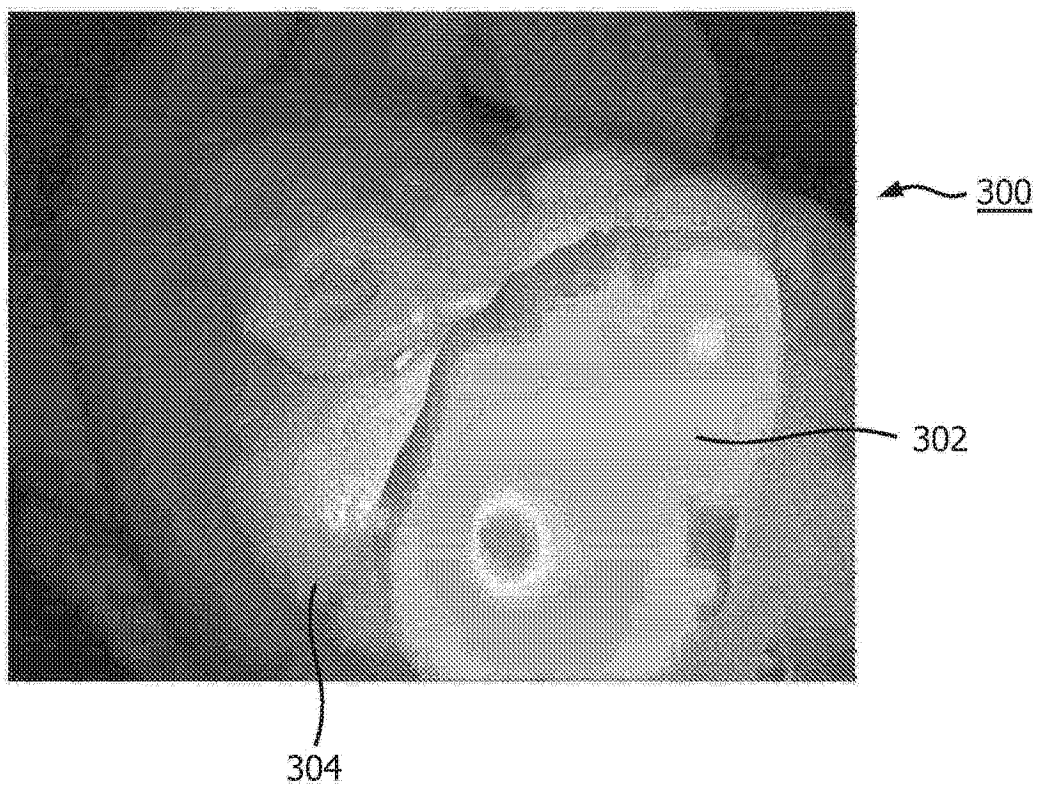


图 3

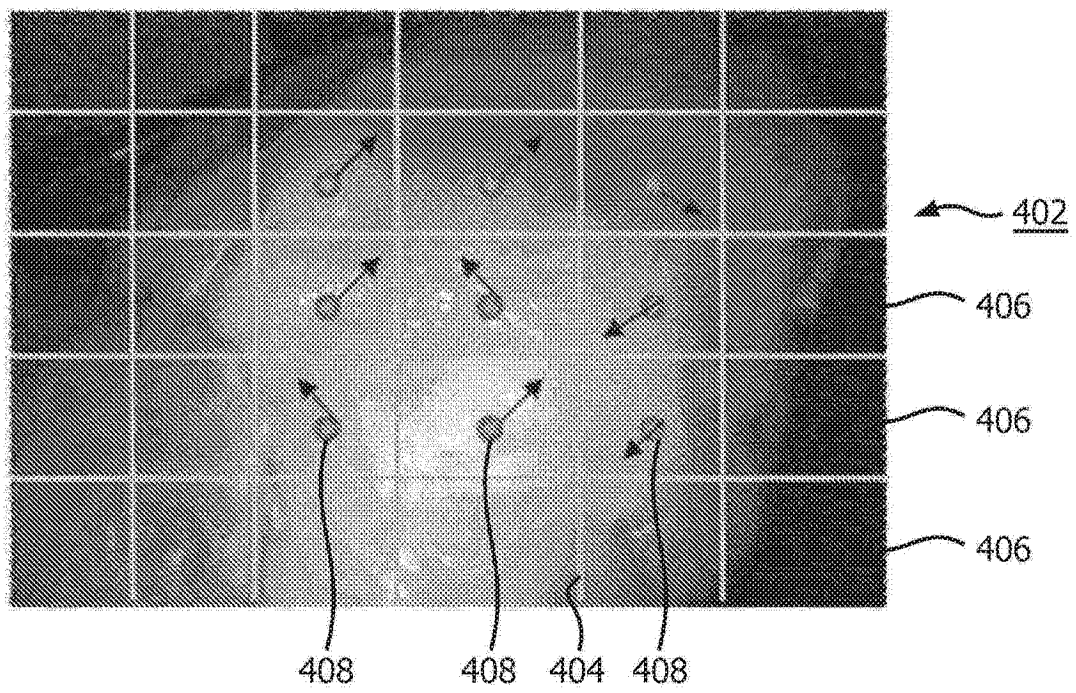


图 4

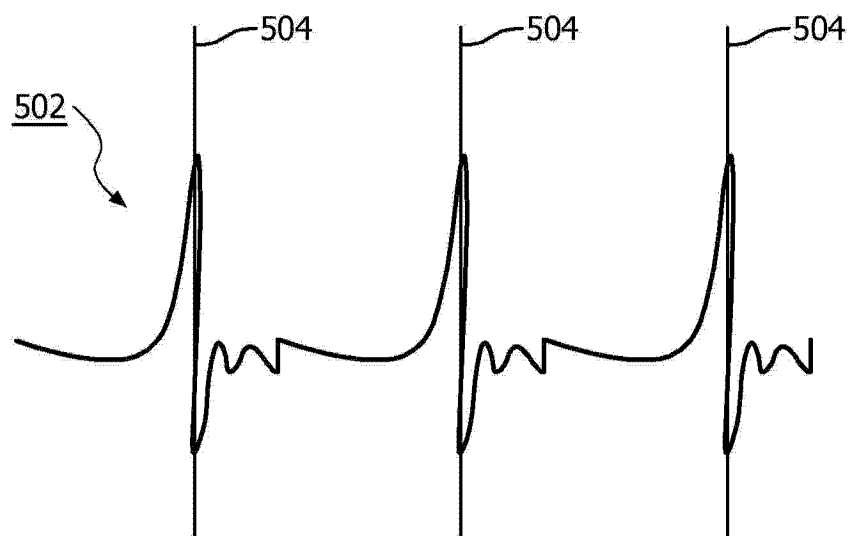


图 5

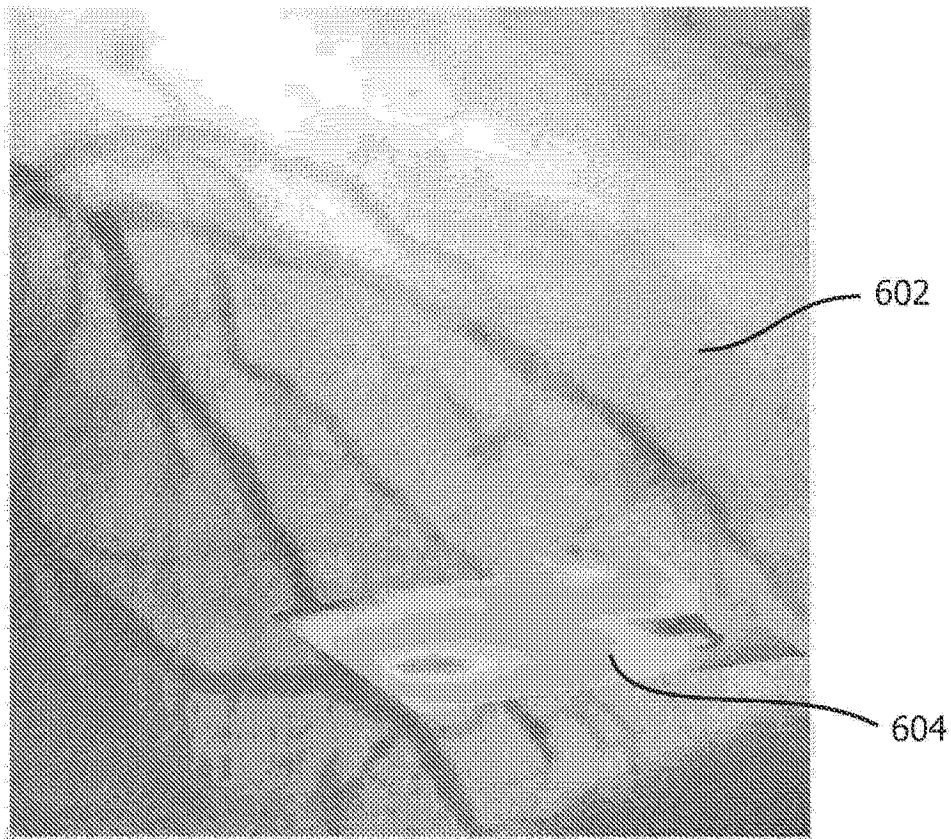


图 6

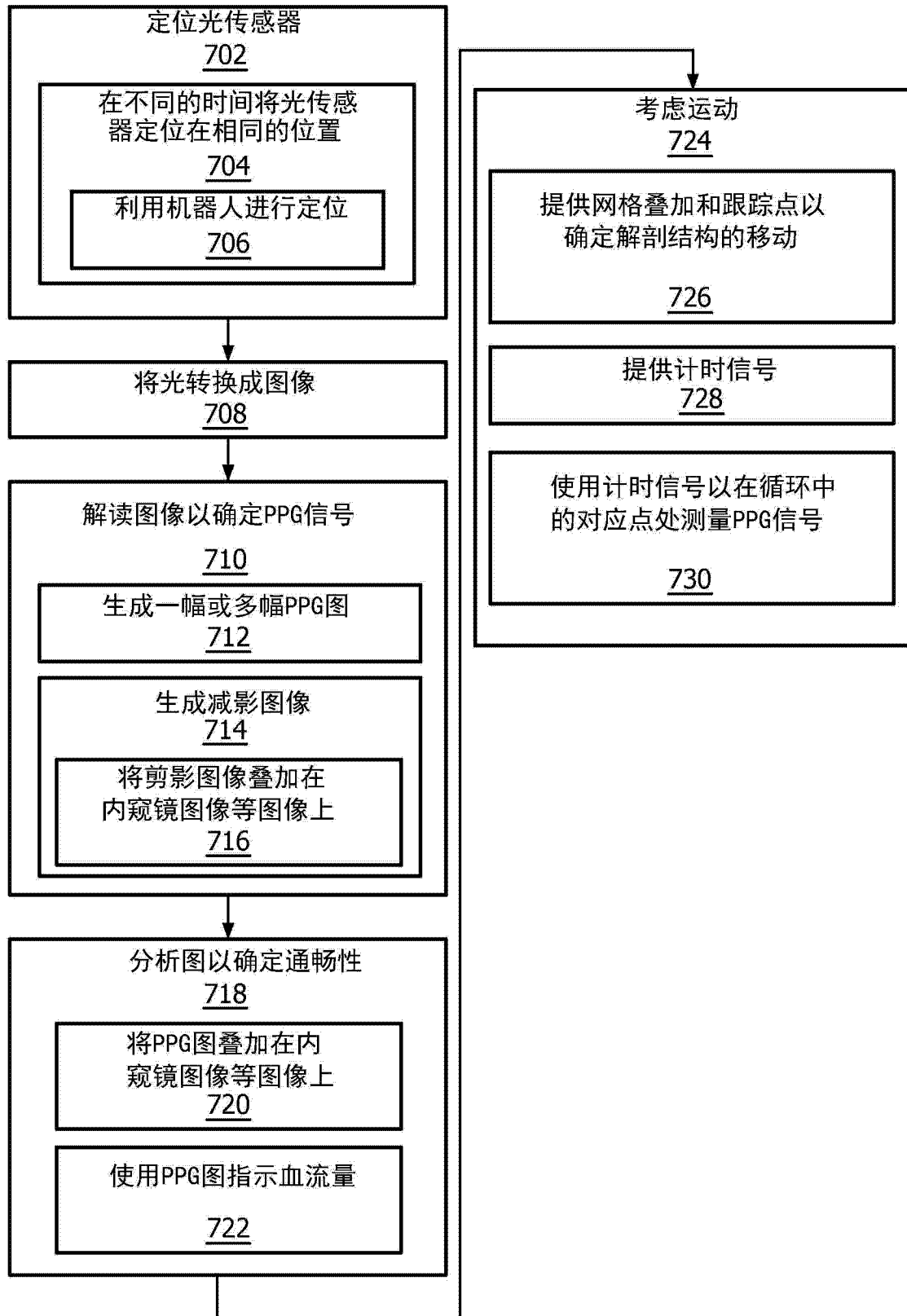


图 7

专利名称(译)	使用内窥镜图像上的光体积描记对通畅性的评估		
公开(公告)号	CN104427926A	公开(公告)日	2015-03-18
申请号	CN201380034131.5	申请日	2013-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	H埃尔哈瓦林 A波波维奇 W韦尔克鲁杰塞		
发明人	H·埃尔哈瓦林 A·波波维奇 W·韦尔克鲁杰塞		
IPC分类号	A61B5/00 A61B1/00 A61B5/0295		
CPC分类号	A61B5/0261 A61B5/1459 A61B5/0295 A61B5/7285 A61B5/061 A61B1/0005 A61B19/2203 A61B34/30 A61B5/0084 A61B5/4851 A61B2034/301 A61B5/489 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B5/0059 A61B5/0082		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	61/665335 2012-06-28 US		
其他公开文献	CN104427926B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于评估通畅性的系统，所述系统包括：光传感器(128)，其能相对于血管定位，以接收来自所述血管的光并且将所述光转换成图像信号；光体积描记(PPG)解读模块(115)，其被配置为接收所述图像信号，并且输出图像中表示PPG信息的像素值；图像生成模块(148)，其被耦合到所述PPG解读模块，以接收所述像素值并且生成PPG图，所述PPG图要被输出到显示器以用于分析。

