



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107647872 A

(43)申请公布日 2018.02.02

(21)申请号 201710799742.9

A61B 5/01(2006.01)

(22)申请日 2011.09.12

(30)优先权数据

12/883,063 2010.09.15 US

(62)分案原申请数据

201180043984.6 2011.09.12

(71)申请人 格鲁科威斯塔有限公司

地址 美国新泽西州

(72)发明人 Y·格利茨 A·奥斯特里斯基

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 党晓林 王小东

(51)Int.Cl.

A61B 5/1491(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

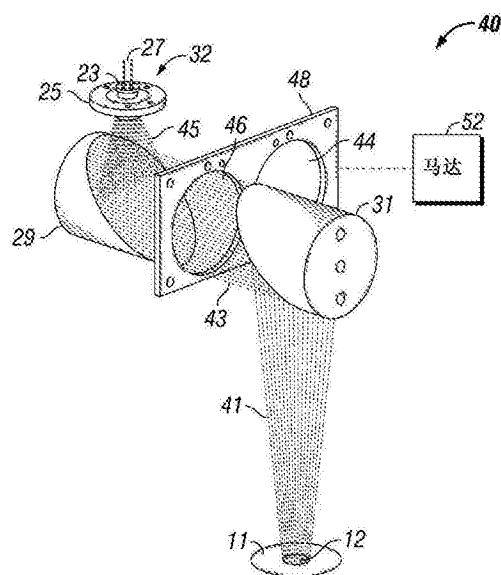
权利要求书3页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

用于非侵入性分析身体内物质浓度的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于非侵入性分析身体内物质浓度的方法。该方法包括：将身体表面的温度从第一温度改变到第二温度；然后将身体表面的温度从所述第二温度变回到所述第一温度；并且在改变温度的时段期间，在第一波段中测量从身体表面吸收或发射的第一红外(“IR”)辐射量并在第二波段中测量从身体表面吸收或发射的第二IR辐射量。该方法还测量身体表面处的温度和环境温度。计算标准化比率参数，并且通过将所述标准化比率参数与身体表面的温度和所述环境温度相关联来确定身体内的物质的浓度。



1. 一种方法,该方法包括:

将身体表面的温度从第一温度降低到低于所述第一温度的第二温度;

此后,通过将身体表面的温度以预定速率从所述第二温度连续地增加到所述第一温度而恢复到该第一温度;

在身体表面的温度连续地增加的恢复期间,在多个预定的时间间隔中的每个时间间隔在第一波段中测量从所述身体吸收或发射的第一红外辐射量,所述身体表面在相应的多个预定的时间间隔呈现出在所述第二温度与所述第一温度之间的多个不同的温度,并且所述第一波段是身体内的物质发射和吸收红外辐射的波长;

生成表示所述第一红外辐射量的第一辐射测量值;

在身体表面的温度连续地增加的恢复期间,在多个预定的时间间隔中的每个时间间隔在第二波段中测量从所述身体吸收或发射的第二红外辐射量,所述身体表面在相应的多个预定的时间间隔呈现出在所述第二温度与所述第一温度之间的多个不同的温度,所述第二波段不同于所述第一波段并且包括其中所述物质不呈现或呈现出能忽略的吸收/发射特性的波长;

生成表示所述第二红外辐射量的第二辐射测量值;

测量身体表面的所述温度;

生成表示所述身体表面的所述温度的第三值;

测量环境温度;

生成表示所述环境温度的第四值;

利用构造成存储经实验得出的查寻表的存储器,所述经实验得出的查寻表包括将身体内的物质的浓度值与标准化比率参数值相关联的数据,所述标准化比率参数值中的每一个都通过以下第(1)项与第(2)项的比率来确定:(1)针对所述第一波段中的第一黑体读数标准化的所述第一波段中的辐射测量值;(2)针对所述第二波段中的第二黑体读数标准化的所述第二波段中的辐射测量值,或者所述标准化比率参数值中的每一个通过第(1)项与第(2)项的所述比率的对数来确定;

针对所述第一黑体读数使所述第一辐射测量值标准化并针对所述第二黑体读数使所述第二辐射测量值标准化;

计算标准化比率参数值作为标准化的所述第一辐射测量值与标准化的所述第二辐射测量值的所述比率并利用所述身体表面温度的第三值和所述环境温度的第四值来校正所述标准化比率参数值以获得校正后的标准化比率参数值;

计算在身体表面从所述第二温度增加到所述第一温度的恢复期间确定的校正后的标准化比率参数值的平均值;以及

通过利用所述经实验得出的查寻表来非侵入地确定身体内的物质的浓度,所述经实验得出的查寻表包括与平均的校正后的标准化比率参数值的关联。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第二波段是身体在远红外光谱中发射和吸收红外辐射的整个光谱。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第二波段是所述物质不具有或具有能忽略的红外辐射的发射和吸收的整个光谱。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述标准化比率参数是从包括以下的组中所选择

的平均比率;在每个时间间隔处针对黑体标准化的第一红外辐射量与针对黑体标准化的第二红外辐射量的比率;以及在每个时间间隔处针对黑体标准化的第一红外辐射量与针对黑体标准化的第二红外辐射量的比率的对数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述物质是葡萄糖。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述身体是人体。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述身体内的所述物质的浓度利用经实验得出的查寻表确定。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一波段包括 8.5μ 至 10.0μ ,所述第二波段包括 7.0μ 至 15.0μ 。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述第二波段包括 10.0μ 至 15.0μ 。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,该方法还包括控制将身体表面的温度从所述第二温度增加至所述第一温度的所述预定速率。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述第一波段为6微米至15微米。

12. 根据权利要求11所述的方法,进一步包括:

利用包括检测器和光学系统的设备;

对准所述光学系统以将所述检测器的敏感区域的图像定位在与身体表面相一致的焦平面上;以及

接收穿过对准的所述光学系统到所述检测器的所述第一红外辐射量和所述第二红外辐射量。

13. 一种方法,该方法包括:

利用包括检测器和光学系统的设备;

将身体表面的温度从第一温度降低到低于所述第一温度的第二温度;

此后,通过将身体表面的温度以预定速率从所述第二温度增加到所述第一温度来恢复到该第一温度;

利用所述检测器和光学系统,在身体表面的温度增加的恢复期间,在多个预定的时间间隔中的每个时间间隔在包括身体中的物质的至少一个波长特征的第一波段中检测由身体发射的第一红外辐射值,所述身体表面在相应的多个预定的时间间隔呈现出在所述第二温度与所述第一温度之间的多个不同的温度;

利用所述检测器和光学系统,在身体表面的温度增加的恢复期间,在多个预定的时间间隔中的每个时间间隔在第二波段中检测由身体发射的第二红外辐射值,所述身体表面在相应的多个预定的时间间隔呈现出在所述第二温度与所述第一温度之间的多个不同的温度;

利用构造成存储经实验得出的查寻表的存储器,所述经实验得出的查寻表包括将身体内的物质的浓度值与标准化比率参数值相关联的数据,所述标准化比率参数值中的每一个都通过以下第(1)项与第(2)项的比率来确定:(1)针对所述第一波段中的第一黑体读数标准化的所述第一波段中的所述第一红外辐射值;(2)针对所述第二波段中的第二黑体读数标准化的所述第二波段中的第二红外辐射值,或者所述标准化比率参数值中的每一个通过第(1)项与第(2)项的所述比率的对数来确定;

针对所述第一黑体读数使所述第一辐射测量值标准化并针对所述第二黑体读数使所述第二辐射测量值标准化；

计算标准化比率参数值作为标准化的所述第一辐射测量值与标准化的所述第二辐射测量值的所述比率；

计算在身体表面从所述第二温度增加到所述第一温度的恢复期间确定的标准化比率参数值的平均值；以及

利用所述经实验得出的查寻表来非侵入地测量身体内的所述物质的浓度，所述经实验得出的查寻表包括与平均的标准化比率参数值的关联。

14. 根据权利要求13所述的方法，该方法还包括如下步骤：

检测表示所述身体表面的所述温度的第三值；

检测表示环境温度的第四值；

利用身体表面的所述温度的第三值和所述环境温度的第四值来校正所述标准化比率参数值以获得校正后的标准化比率参数值；

其中，计算标准化比率参数值的所述平均值是计算校正后的标准化比率参数值的平均值；以及

其中，与平均的标准化比率参数值的关联是与平均的校正后的标准化比率参数值的关联。

15. 根据权利要求13所述的方法，该方法还包括测量环境温度的步骤，测量浓度的步骤还包括使用所述环境温度。

16. 根据权利要求15所述的方法，该方法还包括测量身体温度的步骤，测量浓度的步骤还包括使用所述环境温度和身体温度。

17. 根据权利要求13所述的方法，该方法还包括限制所检测到的第二红外辐射值的波段的步骤。

18. 根据权利要求17所述的方法，该方法还包括以下步骤：将所检测到的红外辐射的波长范围限制到第一波段以提供所检测到的第一红外辐射值，所述第一波段包括所述物质的至少一个波长特征；以及将所检测到的红外辐射的波长范围限制到第二波段以提供所检测到的第二红外辐射值，在所述第二波段中，所述物质的波长特征是可忽略的。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一波段包括 8.5μ 至 10.0μ ，所述第二波段包括 7.0μ 至 15.0μ 。

20. 根据权利要求19所述的方法，其中，所述第二波段包括 10.0μ 至 15.0μ 。

21. 根据权利要求13所述的方法，其中，该方法还包括控制将身体表面的温度从所述第二温度增加至所述第一温度的所述预定速率。

用于非侵入性分析身体内物质浓度的方法

[0001] 本申请是申请号为201180043984.6 (国际申请号PCT/US2011/051218)、国际申请日为2011年09月12日、发明名称为“用于非侵入性分析身体内物质浓度的方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于非侵入性分析身体内物质浓度的方法。

背景技术

[0003] 本申请大体上涉及身体内各种物质的非侵入性测量,诸如人体内葡萄糖的浓度的测量,并且更具体地,本申请涉及一种采用电光学系统来非侵入性地分析身体内物质的浓度的方法。

[0004] 使用红外线(“IR”)辐射的光谱技术在现有技术中是已知的,并且已广泛使用于身体内所关心的物质的浓度的非侵入性测量。特别关系的一个领域是使用这些技术来非侵入性测量人体血流中的葡萄糖和其它成分的浓度。

[0005] 红外光谱包括近红外线(近似1至3微米)、中红外线(近似3至6微米)、远红外线(近似6至15微米)和超红外线(近似15至100微米)。典型的现有技术的葡萄糖和其它非侵入性血液成分测量装置在近红外区中操作,在所述近红外区域中,由葡萄糖和其它血液成分吸收的红外能量相当低。然而,已知的是葡萄糖和其它血液成分在中红外区域和远红外区域中具有强烈和可辨别的吸收光谱。

[0006] 一些专利公开了利用红外检测系统和方法非侵入性测量血流中的诸如葡萄糖的物质的浓度的方法。然而,所公开的方法无一考虑到分析身体内物质的浓度的方法,其中来自身体表面的红外发射以多个时间间隔被测量,同时身体表面的温度从第一温度改变至第二温度。

发明内容

[0007] 本申请公开了一种用于非侵入性地分析和确定测量身体内物质的浓度的方法。根据本公开内容的一个实施方式,该方法包括以下步骤:将身体表面的温度从第一温度改变到第二温度;然后将身体表面的温度从所述第二温度变回到所述第一温度。在身体表面的温度从所述第二温度变回到所述第一温度期间,以预定的时间间隔在第一波段中测量从身体吸收或发射的红外辐射。在身体表面的温度从所述第二温度改变到所述第一温度期间,以预定的时间间隔在第二波段中测量从身体吸收或发射的红外辐射。该方法还包括测量身体表面处的温度并且测量环境温度。该方法还包括:基于针对所述第一波段测量的IR辐射、针对所述第二波段测量的IR辐射、所述身体表面的温度和所述环境温度来计算标准化比率参数;以及通过将所述标准化比率参数与所述身体表面的温度和所述环境温度相关联来确定身体内的所述物质的浓度。可以使用经实验得出的查寻表来将所述标准化比率参数与身体内物质的浓度相关联。

附图说明

[0008] 在以下图中,相同的附图标记表示相同的元件,这些图形成本说明书的一部分并且被包括以进一步揭示本发明的某些方面。这些实施方式描述了附图中所示的公开内容的新颖和非显而易见的方面,这些图仅为了说明性目的。结合本文所示的具体实施方式的详细书写的说明,通过参照这些图中的一个或多个图可更好地理解本公开内容。

[0009] 图1是在给定光谱内从假想的身体(hypothetical body)发射或由该假想的身体吸收的红外辐射的图;

[0010] 图2是在给定光谱内从假想的身体和黑体发射或由该假想的身体和黑体吸收的红外辐射的图;

[0011] 图3是示出了用于非侵入性地测量身体内物质的浓度的系统的一个实施方式的框图;

[0012] 图4是图3的光学检测设备的立体图,示出了身体和检测器之间的电磁射线的行进路径;

[0013] 图5是示出了用于非侵入性地测量身体内物质的浓度的系统的另一个实施方式的框图;

[0014] 图6是示出了用于图3和图5中所示的系统的控制电子器件的框图;

[0015] 图7示出了当利用图3、图4和图5的光学检测系统测量时人类皮肤的温度恢复函数的曲线图。

[0016] 图8是示出了用于分析身体内物质的浓度的当前方法的一个实施方式的程序流程图。

[0017] 将在说明中更加全面地讨论本申请的这些和其它实施方式。在本公开内容的各种实施方式中可以独立地实现这些特征、功能和优点,并且这些特征、功能和优点在另外的实施方式中可以结合。

具体实施方式

[0018] 本公开内容的实施方式提供了用于非侵入性地分析和测量身体内物质的浓度的方法。在某些实施方式中,所分析的物质可以是人体血流中的葡萄糖。然而,本领域技术人员将理解,当前方法还可以用于分析和测量其它物质的浓度,例如胆固醇。

[0019] 所有身体和所有物质都吸收和发射红外(“IR”)辐射。以给定波长吸收或发射的IR辐射的大小作为身体温度和环境温度的函数而变化。图1示出了用于假想的身体的IR辐射发射光谱的样图,其中环境温度 T_A 等于 x ,身体温度 T_B 等于 y 。如图所示,对于给定的环境温度和身体温度,身体更容易以某些波长发射和吸收IR辐射,这些波长在由曲线12所示的光谱中由峰值10表示。

[0020] IR光谱包括近红外线(近似1至3微米)、中红外线(近似3至6微米)、远红外线(近似6至15微米)和超红外线(近似15至100微米)。在某些物质中,IR吸收/发射在远红外线(“FIR”)光谱中特别突出。例如,已知的是,葡萄糖和其它血液成分在中红外区域和远红外区域中具有强烈和可辨别的吸收光谱。因此,为了测量身体内的诸如葡萄糖的物质的浓度,有利的是测量由身体发射的FIR辐射。

[0021] 当前方法的实施方式测量在不同波长带宽或波段由身体吸收或发射的FIR辐射。第一波段(或多个波段)被选择为这样的波段(或多个波段)中,其中:已知所关心的物质具有显著的吸收/发射特性。第二波段(或多个波段)被选择为是这样的波段(或多个波段)中,其中:已知物质不具有或者具有可忽略的吸收/发射。在另选实施方式中,第二波段(或多个波段)被选择为是身体的整个FIR吸收/发射光谱。

[0022] 在一些实施方式中,FIR测量针对黑体而标准化。如本领域普通技术人员将理解的,黑体是利用理论发射率来吸收和发射辐射的。图2示出了用于假想的身体(实曲线20)和用于黑体(短划线22)的FIR吸收/发射光谱的样图。对于假想的身体和黑体这两者,环境温度 T_A 是相同的。类似的,对于假想的身体和黑体这两者,身体温度 T_B 对于每组测量是相同的。竖直点划线限定了第一波段24,在该第一波段中,已知要被测量浓度的物质具有FIR吸收/发射峰值26。例如,对于葡萄糖,所选择的波段24可以位于大约9.3微米至大约9.9微米之间。

[0023] 在本公开内容的一个实施方式中,为了分析和测量物质浓度,身体表面区域的温度、人体皮肤区域的温度在一定时段例如从第一温度改变到第二温度(即,如通过加热和冷却),然后在一定时段内允许从第二温度恢复或回复到第一温度。在身体的表面温度恢复期间,来自身体表面的IR辐射在多个预定时间间隔中的每个时间间隔处在用于所关心的物质的波长带宽中和在不包括所关心的物质的波长的波长带宽中被测量。测量结果在两条曲线中作为经过的时间相对身体表面的温度的函数而绘制,这两条曲线中的一条曲线用于所关心的波长带宽,一条曲线用于不包括所关心的波长的波长带宽。

[0024] 两条曲线或两个函数之间由于身体内所关心的物质的IR波长发射/吸收所造成的区别能够通过每个测量时间处计算针对两条曲线的函数值或者通过确定针对两条曲线中的每个曲线的常数之间的差来分析。在针对黑体读数标准化之后两个辐射测量的平均比率与身体内所期望的物质的浓度(例如,人体血流中葡萄糖的浓度)相关联。

[0025] 现在还参考图3,示出了用于非侵入性地测量身体内物质的浓度的系统30的框图。宽泛地讲,当前系统30的所示的实施方式包括红外(“IR”)辐射检测器32、IR滤光器组件34、加热和/或冷却设备36、以及用于测量环境温度的设备38。在一些实施方式中,IR检测器32测量身体表面温度。

[0026] 在一个实施方式中,IR检测器32可包括具有准直光学器件的热电堆。然而,本领域普通技术人员将理解,IR检测器32可包括不同类型的检测器,诸如辐射热计。图3中所示的系统30还包括显示器42,该显示器用于显示诸如物质浓度、测量参数和所关心的其它信息之类的信息。在某些实施方式中,显示器42可包括液晶显示器(“LCD”)。

[0027] 继续参考图3,IR滤光器组件34定位在身体和IR检测器32之间。在所示的实施方式中,IR滤光器组件34包括两个滤光器44、46,但本领域技术普通人员将理解,IR滤光器组件34可包括任何数量的滤光器。例如第一滤光器(滤光器44)将优选地为穿过被测量物质的光谱特征的波长的窄带滤光器。第二滤光器(滤光器46)例如将优选地为穿过对被测量物质不敏感的光谱特征的那些波长的窄带滤光器。例如,在一些实施方式中,滤光器46将带宽限制为其中对于被测量物质无发射的光谱的区域(对于葡萄糖,例如,带宽可以是 10.5μ 至 15μ),而滤光器44具有被测量物质的发射的带宽特征(对于葡萄糖,例如带宽可以是 8.5μ 至 10.5μ)。在一些实施方式中,第二滤光器46例如可以透射近似7微米至近似15微米之间的所有IR

辐射。

[0028] 在所示的实施方式中,系统30包括驱动马达52。在某些实施方式中,驱动马达52可以包括螺线管。驱动马达52构造成提供原动力,以相对于IR检测器32改变滤光器组件34的位置。当进行每个IR辐射测量时,驱动马达52的致动能够使滤光器44、46顺序地定位在身体和IR检测器32之间。

[0029] 现在还参考图4,示出了图3中所示的系统30的光学子系统13和IR检测器32部件的构造的示意立体图,该立体图示出了IR辐射在身体1和检测器32之间的行进路径。检测器32包括检测器元件23、检测器基座25和检测器引线27。光学部件和检测器部件的构造设计成使得在镜31的焦平面上在身体11处产生检测器15的敏感或活性区域47的图像12。

[0030] 在一些实施方式中,位于身体11的表面处的图像12的区域优选地具有近似6mm的直径。在射束41中的图像12处从身体11发射并由身体11反射的IR辐射由镜31收集并准直。IR辐射由镜31反射并且经由滤光器44或滤光器46在平行射线的准直光束43中被传播到镜29。镜29的焦平面定位在IR检测器32的敏感区域的表面处。到达镜29的光束43作为光束45被反射和传播,并且聚焦在镜29的焦平面处而入射在IR检测器32的敏感区域上。

[0031] 因此,光学子系统13被对准,使得图像12被定位在身体1的表面处,并且IR辐射的束41经由镜31、滤光器33或滤光器35、以及镜29而入射在IR检测器32的敏感区域上。

[0032] 在一个实施方式中,镜29、31优选地为涂覆有金或者其它合适反射材料的九十度(90°)离轴抛物面镜。优选地,镜29将具有大约一(1)英寸的焦距,并且镜31将具有大约三(3)英寸的焦距。对于光学子系统13,可以使用其它合适设计的反射镜,诸如椭圆面镜或者椭圆面镜和双曲面镜的组合。

[0033] 滤光器44和滤光器46安装在框架48中,框架48定位在镜29和镜31之间。滤光器44、46利用联接到框架48的合适的驱动机构(诸如马达或者气动压力)在截断光束43的位置之间切换。在一个实施方式中,镜52联接到框架48并且将框架48定位在镜28和镜31之间,使所期望的滤光器44、46截断光束43。

[0034] 现在还参考图5,示出了当前系统60的另选实施方式的框图。在系统60中,驱动马达52和滤光器组件34用多个固定位置的IR检测器代替。在所示的实施方式中,示出了两个IR检测器62、64。然而,本领域普通技术人员将理解,可以提供任何数量的IR检测器。在图5的实施方式中,每个IR检测器62、64均分别包括其自己的IR滤光器66、68。滤光器66、68在每个滤光器透射中相对于IR辐射的波长例如可以与设置在图3的实施方式中的两个滤光器44、46基本类似。在图5的实施方式中,在检测器/滤光器组件中有利地不具有活动部件,并且所有测量都可同时进行。

[0035] 继续参考图3至图5,当前系统30、60的所示的实施方式包括用于测量环境温度的设备38。在某些实施方式中,环境温度测量设备38将被称为热敏电阻器38,诸如负温度吸收热敏电阻器。为简单起见,环境温度测量设备38将称为热敏电阻器38。然而,本领域技术人员将理解,环境温度测量设备38可以是适用于测量环境温度的任何设备,例如热电偶。尽管在所示的实施方式中热敏电阻器38示出为附接到IR检测器32和62、64,但本领域技术人员将理解,这不是必需的。在某些实施方式中,热敏电阻器38测量IR检测器3和62、64的壳体(未示出)的温度,该温度通常等于环境温度。

[0036] 现在参考图6,示出了用于图3和图5中所示的系统的控制电子器件的框图。IR检测

器32和63、64的输出33和67、69、热敏电阻器38的输出39、驱动马达52和加热/冷却设备36的控制输入55、56分别连接到控制电子器件54。图6示出了控制电子器件54的更多细节,该控制电子器件包括处理单元71和存储器72。存储器72可包括用于计算和确定由当前系统30、60进行测量的结果的一个或多个查寻表。例如,存储器72可包括通过实验得出的查寻表,该查寻表将标准化比率参数与身体中的所关心的物质的浓度相关联。经实验得出的查寻表的一个示例在未决美国专利申请序列号12/101,859中被描述,该美国专利申请通过引用全文并入本文。处理单元71可包括运行软件和/或固件的中央处理单元(“CPU”)。另选地,处理单元71可包括一个或更多个专用集成电路(“ASIC”)。处理单元71还驱动显示器42,以显示可以包括物质浓度、由IR检测器32和62、64和/或热敏电阻器38进行测量的测量值、和其它所关心的信息的结果。在图6的实施方式中,处理单元71还控制马达驱动装置74,该马达驱动装置继而控制驱动马达52,以相对于IR检测器32改变滤光器组件34的位置。

[0037] 继续参考图6,所示的控制电子器件54包括用于在测量信道之间切换的一个或多个开关75。例如,开关75可以在第一信道和第二信道之间改变,所述第一信道携带来自IR检测器32或IR检测器62、64的信号,所述第二信道携带来自热敏电阻器38的信号。处理单元71控制开关75。

[0038] 所示的控制电子器件54还包括积分放大器77。积分放大器77将由IR检测器32或IR检测器62、64产生的电压放大至可测值。由IR检测器32或IR检测器62、64产生的电压与所检测的身体IR辐射成比例,并且可以非常小。所示的控制电子器件54还包括比较器79。比较器79与积分放大器77一起将来自IR检测器32或IR检测器62、64的电压转换成与输入电压成反比并且由处理单元71测量的时间间隔。

[0039] 继续参考图4和图5,在某些实施方式中,加热/冷却设备36包括:珀耳帖(Peltier)元件,该珀耳帖元件构造成提供期望的热量或冷量;风扇84,该风扇用于驱动被加热或冷却的空气;以及通风管86,该通风管用于将被加热或冷却的空气引到身体表面上。然而,本领域技术人员将理解,加热/冷却设备36可以是适用于该目的的任何设备。

[0040] 向身体(皮肤)表面施加热或冷刺激由其浓度待被测量的物质吸收或发射的IR辐射。例如,在葡萄糖的情况下,冷却皮肤刺激IR辐射的吸收,而加热皮肤则刺激IR辐射的发射。加热/冷却设备36将身体的表面区域从第一温度加热或冷却至第二温度并且将表面区域在第二温度下保持预定时间量。加热/冷却设备36还可被用于加热或冷却表面区域,以将该表面的温度以受控的比率从第二温度改变到第一温度或者中间温度。

[0041] 现在还参考图7,示出了曲线图,该曲线图示出当利用图3和图4的光学检测系统测量时身体表面的温度恢复函数的曲线图。图7中所示的曲线图70示出了当利用采用两个IR过滤器的电光系统测量时人体皮肤的温度恢复函数。上曲线73描述了当利用用于第一波段的滤光器测量时皮肤温度从第二温度恢复到第一温度的函数,在该第一波段中,所关心的物质具有强烈吸收/发射特性。下曲线76描述了当利用用于第二波段的滤光器测量时皮肤温度从第二温度恢复到第一温度的函数,在该第二波段中,所关心的物质不具有或具有可忽略的吸收/发射特性。

[0042] 另选地,下曲线76能够描述当利用用于整个FIR波段的滤光器测量时皮肤温度从第二温度恢复到第一温度的函数,所述整个FIR波段包括其中所关心的物质具有强烈吸收/发射特性的波段以及其中所关心的物质不具有或者具有可忽略的吸收/发射特性的其余波

段。由IR检测器32或检测器62、64进行的IR辐射测量作为当身体表面温度开始从第二温度变回第一温度时身体表面的温度相对所经过的时间的函数被绘出。

[0043] 现在还参考图8, 过程流程图80示出了用于测量身体内物质的浓度的方法的一个实施方式。在步骤82, IR辐射检测器32或62、64以及加热/冷却设备36相对于身体表面定位。在步骤84, 加热/冷却设备36被致动以加热(或冷却) 身体表面区域的温度, 诸如图像区域12(如图4所示), 以将表面区域从第一温度改变至第二温度。身体表面区域的温度然后在第二温度下被保持预定时段。在步骤86, 加热/冷却设备36被致动, 以冷却(或加热) 身体表面区域, 从而将表面区域以预定速率从第二温度变回至第一温度。另选地, 处于环境温度的空气可用于冷却(或加热) 身体表面区域, 以将身体表面区域的温度从第二温度变回至第一温度。

[0044] 在步骤88, 当身体表面区域的温度从第二温度变回到第一温度时, IR辐射在第一波段和第二波段中的每个波段内的吸收/发射、环境温度和身体表面的温度以预定的时间间隔被测量。在图3和图4所示的当前系统的实施方式中, 在第一波长和第二波长两者中的IR辐射测量通过在预定时间间隔的每个时间间隔处在两个滤光器44、46之间切换而实现。在图5所示的当前系统的实施方式中, 包括在第一波段和第二波段两者中的IR辐射的所有测量参数都能够被同时测量。在步骤92, 从IR辐射测量值计算出标准化比率参数。在步骤94, 利用查寻表将标准化比率参数与环境温度和身体表面的温度相关联。在步骤96, 显示物质浓度。

[0045] 通过图3和图5所示的系统30、60中的任一实施方式, 测量IR辐射的吸收/发射、环境温度和身体表面温度的另选方法是, 首先在身体表面上的各个点处进行多次测量的同时扫描身体表面以确定身体表面上最理想位置, 从而测量物质的浓度。例如可使用软件以从身体扫描期间所获得的多个测量值识别出身体表面上的最理想位置。用于选择最理想位置的参数例如可以是可重复性、最大信号强度等。

[0046] 上述说明以全面、清楚、简明且确切的术语示出了用于执行以非侵入性地分析身体内物质的浓度的当前方法和实践它们的方式和过程而想到的最佳模式, 从而能够使本领域任何技术人员能够实践这些方法。然而, 这些方法容易从上述的方法形成完全等同的修改和替换构造。因而, 这些方法不局限于本文所公开的实施方式。相反地, 这些方法覆盖落入如由随附的权利要求一般记载的方法的精神和范围内的所有修改和替换构造。

[0047] 相关申请的交叉引用

[0048] 本申请是2009年10月28日提交的名称为“Apparatus and Method for Non-Invasive Measurement of a Substance Within a Body (用于非侵入性测量身体内物质的设备和方法)”的美国专利申请序列号12/607, 903和2008年4月11日提交的名称为“Apparatus and Method for Non-Invasive Measurement of a Substance Within a Body (用于非侵入性测量身体内物质的设备和方法)”的美国专利申请序列号12/101, 859的部分继续申请。这些申请均通过引用全部并入本文。

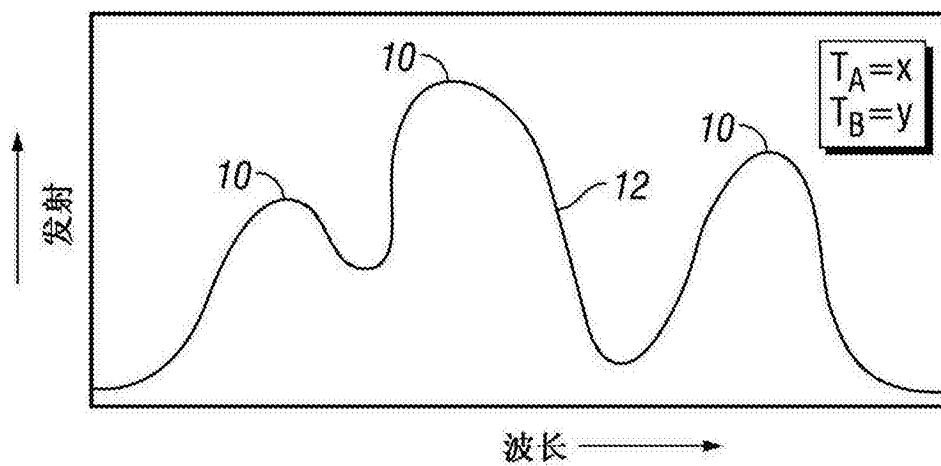


图1

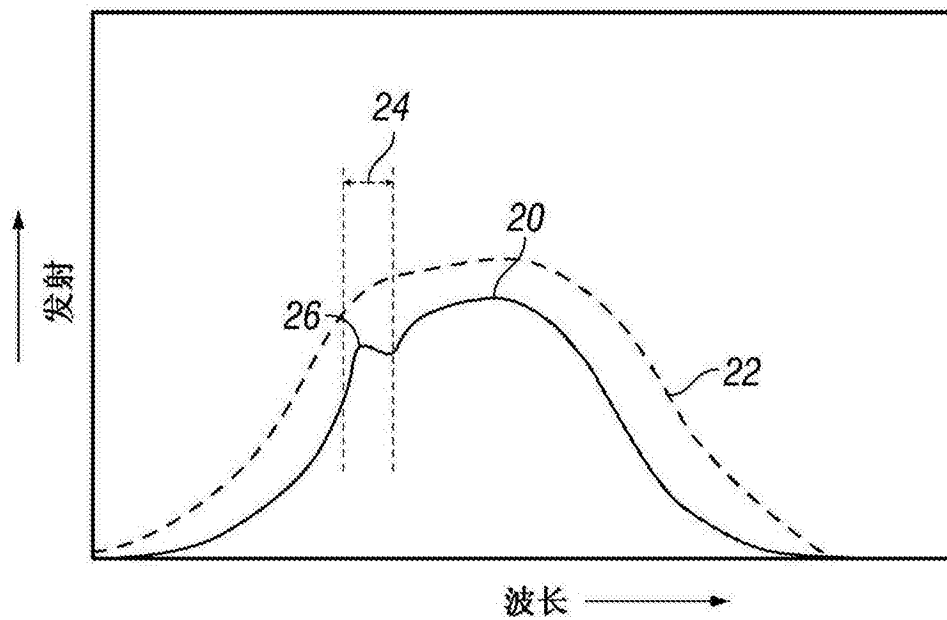


图2

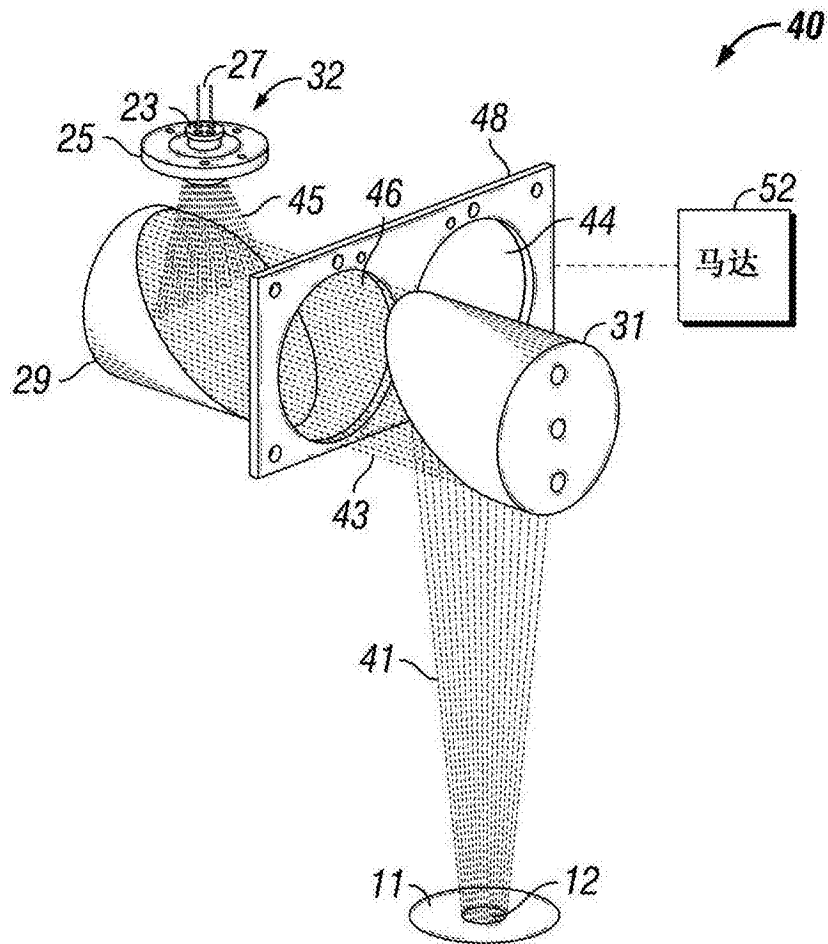


图4

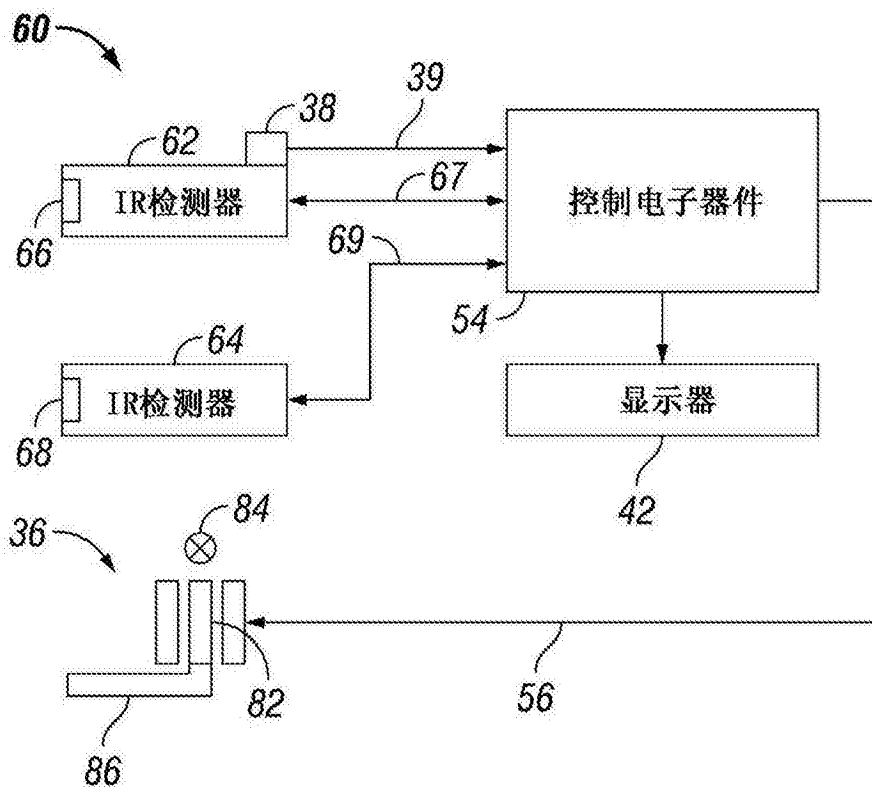


图5

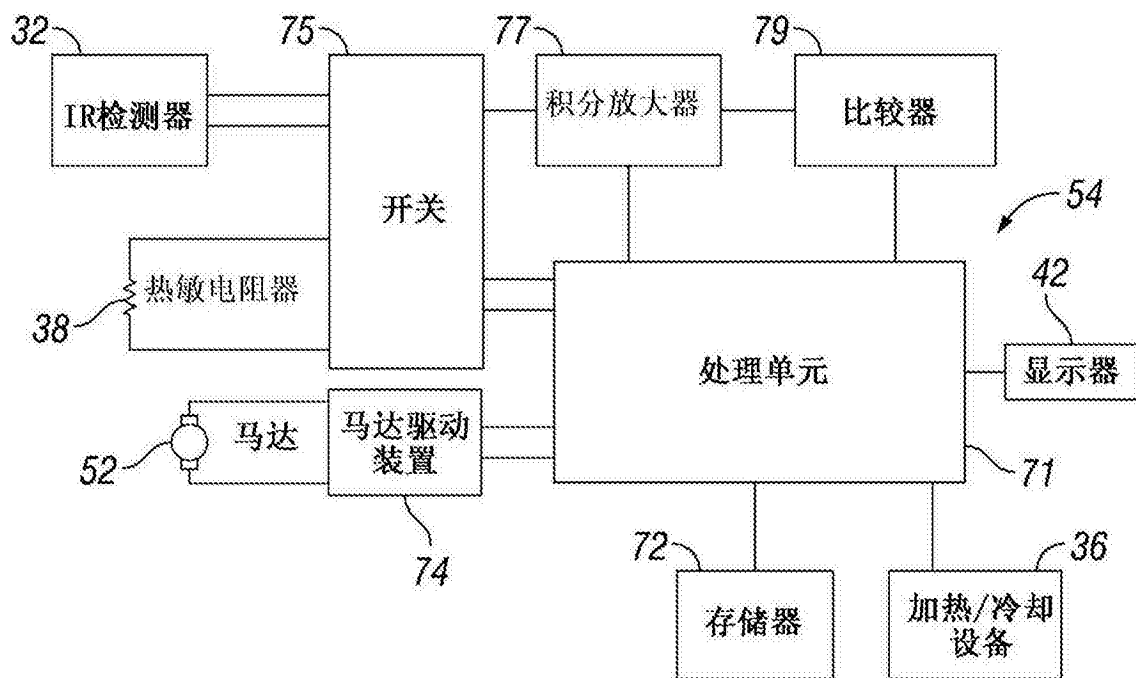


图6

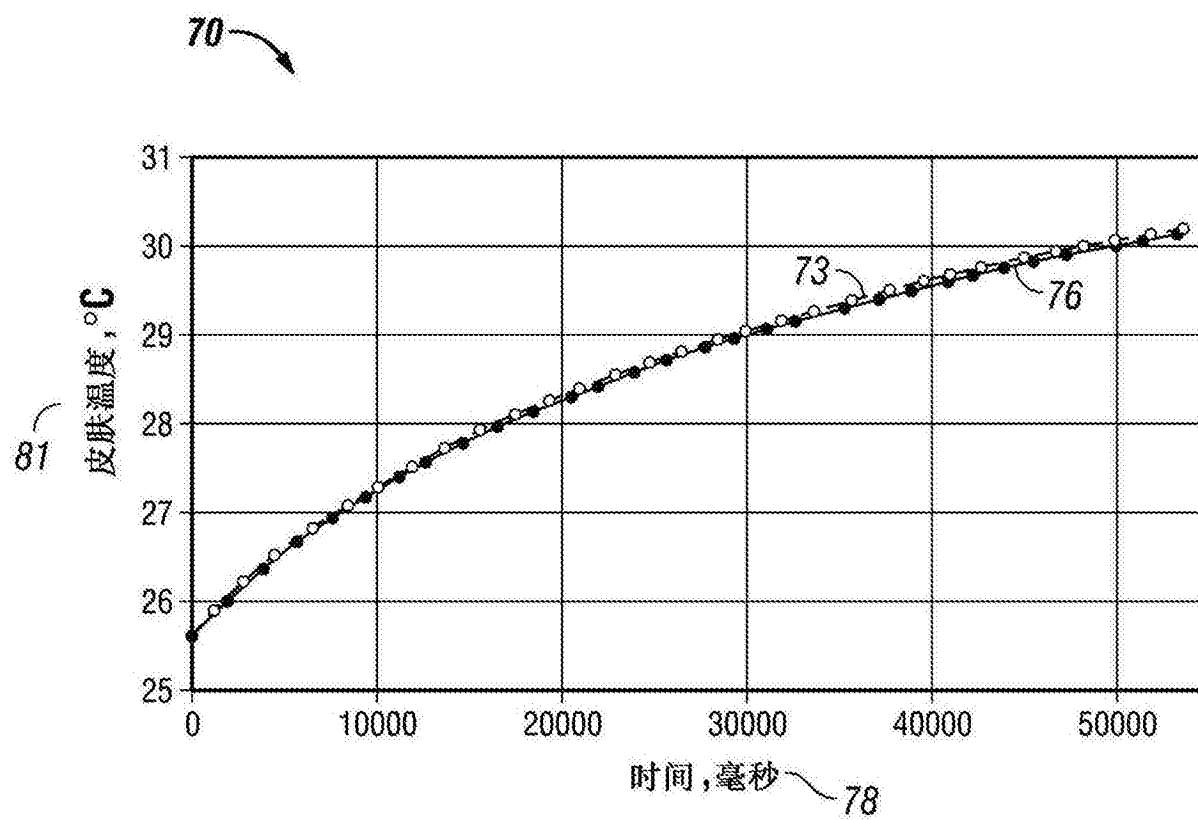


图7

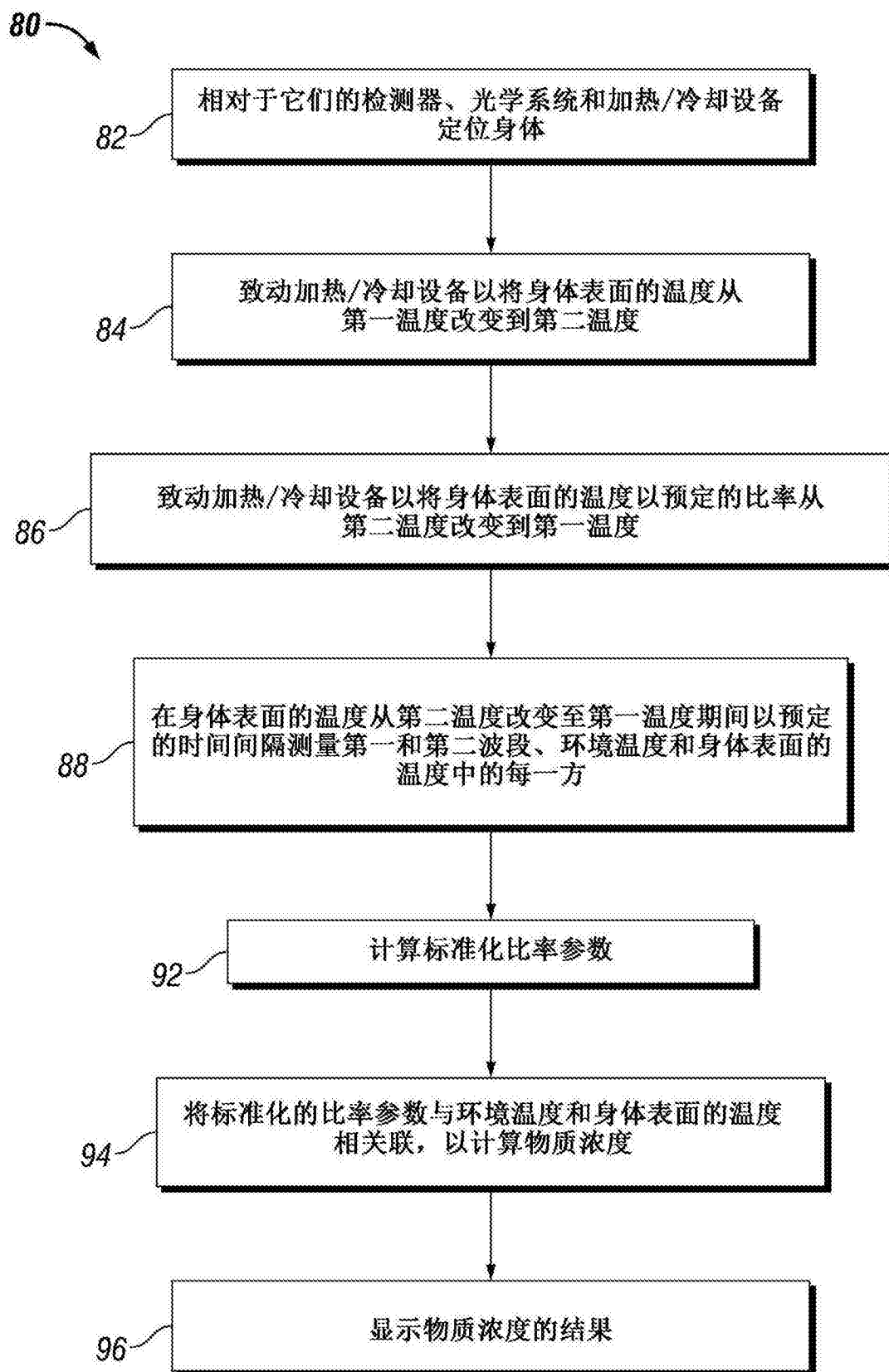


图8