



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106901703 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201611152623.6

A61B 5/1455(2006.01)

(22)申请日 2016.12.12

A61B 5/00(2006.01)

(30)优先权数据

62/265,793 2015.12.10 US

15/370,303 2016.12.06 US

(71)申请人 飞比特公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 凯尔·P·纳多

克里斯·H·萨兰托斯

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 林彦

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

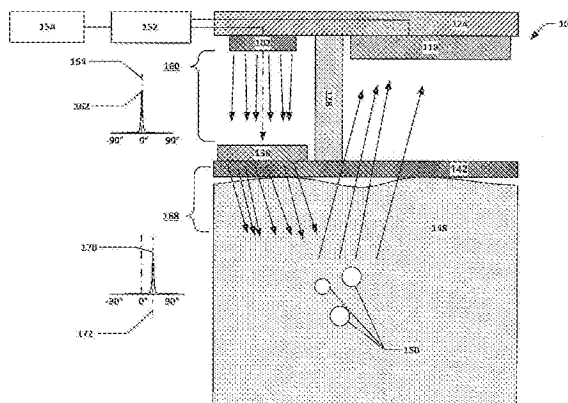
权利要求书2页 说明书18页 附图14页

(54)发明名称

光学生物参数传感器中的光场管理

(57)摘要

本申请案涉及光学生物参数传感器中的光场管理。提供用于整形或引导用于光学生物参数传感器的光场使得光经部分或全部地准直且以斜角进入人的皮肤到人的皮肤使得所述光具有经定向朝向或远离所述光学生物参数传感器的光检测器的方向分量的结构及技术。



1. 一种设备,其包括

准直光源组合件,所述准直光源组合件经配置以发射具有第一角分布的经部分或全部地准直的光,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心;

一或多个第一光检测器;及

第一光学光场重定向器,其经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一些且经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向的所接收经部分或全部地准直的光具有第二角分布,所述第二角分布具有界定第二角方向的第二角形心,所述第二角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述一或多个第一光检测器延伸的方向分量。

2. 根据权利要求1所述的设备,其进一步包括第一光势垒,所述第一光势垒经插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述第一光势垒具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,其中所述第一表面及所述第二表面在其之间界定在与所述第一角方向平行的 $\pm 10^\circ$ 内的中平面。

4. 根据权利要求2所述的设备,其中所述第一光势垒具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,其中所述第一角方向在与由所述第一表面及所述第二表面所界定的平均法向矢量平行的 $\pm 10^\circ$ 内。

5. 根据权利要求2所述的设备,其进一步包括具有一或多个透明部分的窗口,其中:

所述第一光势垒与所述窗口介接使得来自所述准直光源组合件的光不具有从所述第一光势垒的面朝向所述准直光源组合件的侧到所述第一光势垒的面朝向所述一或多个第一光检测器的侧的直接光学路径,

所述一或多个透明部分中的一者在所述准直光源组合件上方延伸,

所述一或多个透明部分中的一者在所述一或多个第一光检测器上方延伸,及

所述第一光学光场重定向器是由经模制到所述窗口中在所述准直光源组合件上方延伸的所述透明部分中的光学光转向特征提供。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中与所述第一角方向相关联的所述第二角分布中的光强度小于与所述第一角方向相关联的所述第一角分布中的所述光强度。

7. 根据权利要求1所述的设备,其进一步包括控制逻辑,所述控制逻辑包含存储器及一或多个处理器,其中:

所述存储器、所述一或多个处理器、所述准直光源组合件及所述一或多个第一光检测器以操作方式连接,及

所述存储器存储用于控制所述至少一个处理器以进行以下操作的计算机可执行指令:

致使所述准直光源组合件发射光,

从与来自所述准直光源组合件的光的所述发射相关联的所述一或多个第一光检测器获得所检测光测量值,及

至少部分地基于所述所检测光测量值而确定生物参数。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述存储器存储用于控制所述一或多个处理器以进行以下操作的计算机可执行指令:

从所述所检测光量测值获得光体积描记图,及

根据所述光体积描记图确定所述生物参数。

9. 根据权利要求7所述的设备,其中所述生物参数是选自由以下组成的群组:心率、血氧饱和度 SpO_2 、呼吸率、血液灌注、水合作用水平、组织血氧饱和度 StO_2 、组织代谢率、黑色素成分、胶原组织纤维的结构定向、肌肉纤维的结构定向、体细胞大小、体细胞密度、细胞外基质大小,及细胞外基质密度。

10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一角方向及所述第二角方向在其之间形成介于 5° 与 50° 之间的夹角。

光学生物参数传感器中的光场管理

技术领域

[0001] 本申请案涉及光学生物参数传感器中的光场管理。

背景技术

[0002] 个人健身及健康监视装置(本文中称作生物计量监视装置)可包含用于提供关于人的各种生理特征的反馈的各种不同传感器。这些传感器可包含但不限于光学生物参数传感器。光学生物参数传感器通常通过用来自光源的光照射人的皮肤的部分来操作;这种光的一些接着从人的皮肤往回漫反射。通过测量漫反射光的特征,光学生物参数传感器可提供关于一或逗哥生物参数的数据。

[0003] 一种常见光学生物参数传感器为光体积描记(PPG)心率传感器。光体积描记图为器官的体积的光学获得测量值。在PPG心率传感器的状况下,所讨论的体积为在PPG心率传感器附近的血管的局部体积—在血管随着每次心跳舒张及收缩时,那些血管的提及将对应地波动。此体积波动致使从人的皮肤漫反射的光量与人的心率同步波动。通过随时间测量漫反射光的强度,PPG心率传感器可确定人的心率。

[0004] 光学生物参数传感器的另一实例为血氧传感器,其可通过用各种波长的光(例如红光及红外光)照射人的皮肤来测量人的血液的氧饱和度。在红光及红外光的状况下,测量由人的血液吸收的此红光及红外光的相对量(如以此光从人的皮肤往回漫反射的相对量反映)允许光学生物参数传感器确定人的血液中的氧饱和度的量(氧合血及脱氧血取决于光的颜色吸收不同)。

[0005] 在一些例子中,单个光学生物参数传感器可确定多个生物参数。例如,PPG心率传感器不仅可以确定心率,而且还可以确定血氧传感器饱和度是否经恰当配置。虽然光学生物参数传感器最初主要用于医院,但它们越来越多地用于便携式健身监视装置中,例如用于FITBIT CHARGE HR™及FITBIT SURGE™腕戴式健身追踪器。

发明内容

[0006] 在所附图式及以下说明中陈述本说明书中所描述的标的物的一或多个实施方案的细节。根据实施方式、图式及权利要求书将明了其它特征、方面及优点。注意,除非具体指示为按比例绘制的图式,否则以下图的相对尺寸可能未按比例绘制。

[0007] 在一些实施方案中,可提供一种设备,其包含准直光源组合件、一或多个第一光检测器,及第一光学光场重定向器。所述准直光源组合件可经配置以发射具有第一角分布的经部分或全部地准直的光,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心,且所述第一光学光场重定向器可经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光的至少一些。所述第一光学光场重定向器还可经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向所接收经部分或全部地准直的光具有第二角分布,所述第二角分布具有界定第二角方向之第二角形心,所述第二角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述一或多个第一光检测器延伸的方向分量。

[0008] 在一些此些实施方案中,所述设备还可包含第一光势垒,所述第一光势垒经插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间。

[0009] 在一些此些实施方案中,所述第一光势垒可具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,且所述第一表面及所述第二表面可在其之间界定在与所述第一角方向平行的 $\pm 10^\circ$ 内的中平面。

[0010] 在一些其它或替代此些实施方案中,所述第一光势垒可具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,且所述第一角方向可在与由所述第一表面及所述第二表面所界定的平均法向矢量平行的 $\pm 10^\circ$ 内。

[0011] 在一些额外或替代此些实施方案中,所述设备可进一步包含具有一或多个透明部分的窗口。在一些此些实施方案中,所述第一光势垒可与所述窗口介接使得来自所述准直光源组合件的光不具有从所述第一光势垒的面朝向所述准直光源组合件的侧到所述第一光势垒的面朝向所述一或多个第一光检测器的侧的直接光学路径。此外,一或多个透明部分中的一者可在所述准直光源组合件上方延伸且所述一或多个透明部分中的另一者可在所述一或多个第一光检测器上方延伸。在此些实施方案中,所述第一光学光场重定向器可是由经模制到所述窗口中在所述准直光源组合件上方延伸的所述透明部分中的光学光转向特征提供。

[0012] 在一些其它或替代此些实施方案中,与所述第一角方向相关联的所述第二角分布中的所述光强度可小于与所述第一角方向相关联的所述第一角分布中的所述光强度。

[0013] 在一些实施方案中,所述设备可进一步包含控制逻辑,所述控制逻辑包含存储器及一或多个处理器。所述存储器、所述一或多个处理器、所述准直光源组合件及所述一或多个第一光检测器可以操作方式连接,且所述存储器可存储用于控制所述一或多个处理器进行以下操作的计算机可执行指令:致使所述准直光源组合件发射光,从与来自所述准直光源组合件的光的所述发射相关联的所述一或多个第一光检测器获得所检测光测量值,及至少部分地基于所述所检测光测量值而确定生物参数。

[0014] 在一些此些实施方案中,所述存储器可进一步存储计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于控制所述一或多个处理器从所述所检测光测量值获得光体积描记图及从所述光体积描记图确定所述生物参数。

[0015] 在设备之一些实施方案中,所述生物参数可为心率、血氧饱和度(SpO_2)、呼吸率、血液灌注、水合作用水平、组织血氧饱和度(StO_2)、组织代谢率、黑色素成分、组织纤维(例如,肌肉及胶原蛋白)的结构定向、体细胞大小、体细胞密度、细胞外基质大小、细胞外基质密度,或其组合。

[0016] 在设备之一些实施方案中,所述第一角方向及所述第二角方向可在其之间形成介于 5° 与 50° 之间的夹角。

[0017] 在设备之一些实施方案中,所述准直光源组合件可包含光源及经插置在所述光源与所述第一光学光场重定向器之间的菲涅尔透镜。在此些实施方案中,所述菲涅尔透镜可经配置以部分或全部地准直来自所述光源的光并将所述经部分或全部地准直的光引导朝向所述第一光学光场重定向器。

[0018] 在设备之一些其它实施方案中,所述准直光源组合件可包含一或多个光源及一或多个光反射器。在此些实施方案中,每一光反射器可具有对应光源且所述一或多个光反射

器可经配置以反射来自所述对应光源的光以产生具有所述第一角分布的所述经部分或全部地准直的光。

[0019] 在设备之一些其它实施方案中,所述准直光源组合件可包含光源及经插置在所述光源与所述第一光学光场重定向器之间的衍射光学器件。在这些实施方案中,所述衍射光学器件可经配置以部分或全部地准直来自所述光源的光并将所述经准直的光引导朝向所述第一光学光场重定向器。

[0020] 在设备之一些实施方案中,所述设备可进一步包含具有一或多个透明部分的窗口。一或多个透明部分中的一者可在所述准直光源组合件上方延伸且所述一或多个透明部分中的另一者可在所述一或多个第一光检测器上方延伸。在一些此些实施方案中,所述第一光学光场重定向器可是由经模制到所述窗口中在所述准直光源组合件上方延伸的所述透明部分中的光学光转向特征提供。

[0021] 在设备之一些实施方案中,所述设备可进一步包含一或多个光学光场收集光学器件,所述一或多个光学光场收集光学器件经定位以便接收沿着具有与所述第一角方向相对的分量的第一方向行进的样品调制光。在这些实施方案中,所述所接收样品调制光可具有第三角分布,第三角分布具有界定第三角方向的第三角形心,且所述一或多个光学光场收集光学器件可经配置以重定向所述所接收样品调制光使得所述经重定向所接收样品调制光具有第四角分布,所述第四角分布具有界定第四角方向的第四角形心,所述第四角方向以比第三角方向小的程度从一或多个第一光检测器倾斜远离。

[0022] 在设备之一些实施方案中,所述设备可进一步包含光学透镜,所述光学透镜经定位以便接收沿着具有与第一角方向相对的方向分量且具有第一半高宽度的第三角分布的第一方向行进的样品调制光。在这些实施方案中,所述光学透镜可经配置使得所述样品调制光在穿过所述光学透镜之后具有第四角分布,所述第四角分布具有小于所述第一半高宽度的第二半高宽度。

[0023] 在设备之一些实施方案中,所述设备可进一步包含一或多个第二光检测器及第二光学光场重定向器,所述第二光学光场重定向器经重新定向以便接收由所述准直光源组合件所反射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一些。所述第二光学光场重定向器可经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向所接收经部分或全部地准直的光具有第三角分布,所述第三角分布具有界定第三角方向之第三角形心,所述第三角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述一或多个第二光检测器延伸的方向分量。

[0024] 在一些此些实施方案中,所述设备还可包含至少一或多个额外光检测器及至少一或多个额外光学光场重定向器。在这些实施方案中,所述一或多个第一光检测器、所述一或多个第二光检测器,及所述至少一或多个额外光检测器可位于以所述准直光源组合件为中心的环形区内,且一或多个额外光学光场重定向器中的每一者可经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一些。所述一或多个额外光学光场重定向器中的每一者还可经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向所接收的经部分或全部地准直的光具有角光分布,所述角光分布具有界定角方向的角形心,所述角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度延伸朝向所述至少一或多个额外光检测器中的对应者的方向分量。

[0025] 在一些此些实施方案中,所述设备可进一步包含第一光势垒,其插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间;及第二光势垒,其插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第二光检测器之间。

[0026] 在一些实施方案中,可提供包含准直光源组合件及一或多个第一光检测器的设备。所述准直光源组合件可经配置以发射具有第一角分布的经部分或全部地准直的光,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心,及一或多个第一光检测器可总体来说界定基本上平面光敏表面。在此些实施方案中,所述第一角方向可相对于基本上平面光敏表面的法向矢量成介于 5° 与 50° 之间的角度且可包含经引导朝向所述第一光检测器的方向分量。

[0027] 在一些此些实施方案中,所述设备可进一步包含第一光势垒,所述第一光势垒经插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间。

[0028] 在一些其它或替代此些实施方案中,所述准直光源组合件可为表面发射激光二极管,所述表面发射激光二极管经安装在印刷电路上且可经配置以在与所述表面发射激光二极管对应的位置处沿着相对于所述印刷电路的表面垂直于所述印刷电路的方向发射激光,且所述印刷电路可经定位在与所述第一光检测器有关的空间中使得所述印刷电路的主屏平面相对于所述基本上平面光敏表面成介于 5° 与 50° 之间的角度。

[0029] 在设备之一些进一步或替代此些实施方案中,所述准直光源组合件可包含一或多个光源及一或多个光反射器。在此些实施方案中,每一光反射器可具有对应光源且所述一或多个光反射器可经配置以反射来自所述对应光源的光以产生具有所述第一角分布的所述经部分或全部地准直的光。

[0030] 在一些此些实施方案中,所述一或多个光源可经布置成基本上平行于所述基本上平面光敏表面的阵列。在一些其它此些实施方案中,所述一或多个光源可经布置成在与所述基本上平面光敏表面基本上平行 5° 到 50° 内的阵列。

附图说明

[0031] 通过举例方式而非通过限制方式在所附图式的图中说明本文中所揭示的各种实施方案,其中相同参考编号可指类似元件。

[0032] 图1描绘根据本文中所论述的概念的光学生物参数传感器的实例。

[0033] 图2描绘根据本文中所论述的概念的双光检测器光学生物参数传感器的实例。

[0034] 图3描绘具有包含菲涅尔透镜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。

[0035] 图4描绘具有包含菲涅尔透镜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的另一实例。

[0036] 图5描绘类似于图3的光学生物传感器的光学生物参数传感器的实例。

[0037] 图6描绘展示在穿过透镜之前及之后的光的实例角分布的实例分布图。

[0038] 图7描绘将衍射光栅用于一些光学组件的光学生物参数传感器的实例。

[0039] 图8描绘利用与光引导准直器特征耦接的光源阵列的光学生物参数传感器。

[0040] 图9描绘具有倾斜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。

[0041] 图10描绘其中相干光源用作准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。

[0042] 图11描绘展示用于带有具有抛物面反射器的准直光源及具有菲涅尔透镜的光学

光场重定向器的光源的射线追踪的模拟结果。

[0043] 图12为具有PPG传感器的实例生物计量监视装置的图片,所述PPG传感器具有经插在配备有抛物面反射器及菲涅尔透镜布置(如图11中所模拟)的左光源与不包含此光引导特征的右光源之间的平方光检测器。

[0044] 图12'为图12的实例生物计量监视装置所拍摄照片,其中光源经激活同时保持白投射表面垂直于光检测器且大体与光源相符以便展示由每一光源产生的光束散布图。

[0045] 图13描绘来自模拟及测试测量的数据,其展示随光入射角而变的AC信号强度。

[0046] 图14描绘来自模拟及测试测量的数据,其展示随光入射角而变的DC信号强度。

具体实施方式

[0047] 本发明涉及光学生物参数传感器的光引导或光整形光学配置。此些光学生物参数传感器可用于生物计量监视装置(在本文中也被称作“生物计量追踪装置”、“生物计量追踪模块”、“可穿戴健身监视器”或其类似者)中,且可包含但不限于测量以下各项中的一或多者的光学生物参数传感器:心率、血氧饱和度、外围毛细血管血氧饱和度(SpO_2)、呼吸率、血液灌注、水合作用水平、组织血氧饱和度(StO_2)、组织代谢率、黑色素成分、组织纤维(例如,肌肉及胶原蛋白)的结构定向、体细胞大小、体细胞密度、细胞外基质大小及细胞外基质密度。

[0048] 例如,可以与可以PPG信号反射人的心率相同的方式从此一信号明了人的呼吸率,例如,可存在在PPG信号中明显的指示呼吸率的较低频率周期性信号。在另一实例中,可使用相干光源(例如,激光)来照射人的皮肤以产生散斑图案,所述散斑图案可在时间域及/或空间域中进行分析以便确定组织中的散射粒子(即,血细胞)的速度且借此确定血液灌注的度量—此些传感器可利用激光多普勒血流仪(LDF)及激光散斑成像(LSI)技术来获得此些测量值。

[0049] 在光学生物参数传感器的另一实例中,可将红外光发射到人的皮肤中;这是因为水为红外光的强吸收体,测量红外光的衰减量可提供组织中的水量的度量及因此提供组织的水合作用的水平。

[0050] 在光学生物参数传感器的其它实例中,可使用红光及红外光来照射人的皮肤且可使用源自其的漫反射光的测量值来获得各种氧化测量值。例如,可通过比较所检测光信号(红光及红外光)的“AC”特性来测量 SpO_2 水平,且可通过比较此些光信号的“DC”特征来测量 StO_2 水平。如较早所述,从人的皮肤漫反射出的光量在时间上随人的脉搏或心率变化;此信号的时变方面被称作“AC”分量,且此信号的“恒定”部分被称作“DC”分量。因此,DC分量可视为由从背景或组织发射的光引起的PPG强度信号的分量,而AC分量可视为由从脉动特征(例如,从血量的变化)发射的光引起的PPG强度信号的分量。

[0051] 在光学生物参数传感器的另一实例中,可基于以数个不同波长测量的光衰减量来估计黑色素成分。由于光的黑色素吸收遵循随波长而变的幂律状衰退,因此可能使在多个波长下所检测到的光衰减适于估计黑色素吸收以便确定黑色素含量(这是因为黑色素的量将控管吸收量)。

[0052] 在其它实例中,组织代谢率可与血液灌注(氧输送)及动脉与静脉之间的氧饱和度的差(其可分别经由 SpO_2 及 StO_2 获得)有关。因此,还可使用可获得这些特征的测量值的光

学生物参数传感器来提供对组织代谢率的估计。

[0053] 在其它实例中,可通过取得随距光源的距离而变的数个测量值(例如,通过将多个光检测器定位在距光源不同距离处)来确定光散射。通过表征这些多个位置处的多个波长下的光散射系数,减少的散射系数对波长可适于幂律模型。所得曲线的振幅及斜率可分别对应于平均散射粒子密度及大小且可用于确定细胞/细胞外基质大小及密度。

[0054] 这些只是可从本文中所论述的光管理概念获益的不同类型的光学生物参数传感器中的一些;这些光管理概念也可适用于其它类型的光学生物参数传感器,包含尚未研发但分析下文所概述的相同一般特性的传感器。

[0055] 一般来说,光学生物参数传感器将包含至少两个组件—光源及光检测器或传感器。典型光学生物参数传感器的光源为表面安装发光二极管(LED),或一或多对此些LED。典型光学生物参数传感器的光检测器—在本文中也称作为光检测器通常为单元件光检测器元件。光源及光检测器通常经定位彼此接近使得经传输到人的皮肤中且漫反射的来自光源的光在到达光检测器之前未因行进穿过人的皮肤而完全衰减。

[0056] 大多数典型光学生物参数传感器包含插置在光源与光检测器之间的某一种类的光学不透明势垒;此势垒限制来自光源的光直接到达光检测器,此可使光检测器饱和且影响来自人的皮肤的漫反射光的测量准确度。通过在光源与光检测器之间引入势垒,到达光检测器的来自光源的光必须首先出射光学生物参数传感器且接着被一些外部对象往回反射到光检测器,例如通过来自人的皮肤的漫反射。

[0057] 本发明者已确定,可通过在用从光源发射的光照射人的皮肤之前整形并引导所述光以便增加由光源发射的到达人的皮肤的光的百分比来实现更高效光学生物参数传感器。例如,本发明者确定,由用于光学生物计量参数传感器中的光源发射的光可经完全或部分地准直以便具有较窄角分布的光,例如,在中心轴的 $\pm 20^\circ$ 内发射其光的90%的光源可经准直使得所发射的光的90%在中心轴的 $\pm 3^\circ$ 内。在优选准直中,所发射的所有光将平行且角分布将折叠成单角。然而,在实际实践中,经完全地准直的光(即,其中所有光沿着平行方向发射)难以或不能实现,且应理解,“经准直”光,作为在本文中使用的术语,在本文中用于指代经全部地准直的光或经部分地准直的光,即,其中沿着参考轴的 $\pm 10^\circ$ 范围内的方向发射光能的至少90%。准直光源组合件,作为本文中所使用的术语,指代发射经部分或全部地准直的光的光源组合件。准直光源组合件可为无需任何光学准直装置而发射经全部或部分地准直的光的光源(例如,激光),或发射发散光的光源(例如,LED),所述发散光可接着通过一些类型的光学准直器(例如,透镜或衍射光栅)来经全部或部分地准直。在后者状况下,准直光源组合件可被认为包含光源及光学准直器两者。

[0058] 来自光源的光可具有指示贯穿角范围(例如,贯穿 $\pm 90^\circ$ 角范围)沿着每一角方向发射的光的量(且因此光的强度)的第一角分布。在许多光源(例如,LED)中,从光源发射的大部分光将是沿着成接近于光源的中心轴的角度方向发射,且所发射的光的强度将接着随着距所述中心轴的角距离增加而逐渐减少。

[0059] 光源的角分布—无论其是否为准直光源组合件—可被认为具有角形心。角形心表示在其处在角分布曲线下区域的50%位于角形心的一侧且在角分布曲线下区域的另一50%位于角形心的另一侧的角度或方向。因此,例如,如果光源以轴对称方式发射光,那么角形心将界定与轴对称的轴共线的方向。在许多但非全部状况下,角光分布的角形心可界

定峰值光强度的方向。然而,应理解,角分布可有时在性质上为多模式,且在此些状况下的角形心可沿着除发生此些峰值的角方向外的角方向。

[0060] 来自准直光源组合件的经部分或全部地准直的光可具有第一角分布,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心。可接着使用某一形式的光学光场重定向其来重定向此经部分或全部地准直的光使得经重定向的经部分或全部地准直的光可具有第二角分布,所述第二角分布具有界定第二角方向的第二角形心。根据本文中所揭示的各种实施方案,第二角方向可具有经定向朝向光检测器的方向分量,所述方向分量大于第一角方向的对应方向分量,即,第二角方向可以大于第一角方向的程度倾斜朝向光检测器。术语光场如本文中所使用指代来自光源的光传播的角度及强度。例如,理论上的点光源可发射具有球面光场的光,这是因为光是同时沿所有方向发射,然而理论上的经准直光源可发射具有大体线性或二维光场的光,这是因为此光是沿仅一个方向发射。光场可使用光学组件整形及/或重定向。例如,球面光场的部分可在穿过透镜且经部分或全部地准直之后经整形成柱状光场;在此状况下,所述透镜可被视为光学光场重定向器。

[0061] 本发明者确定,如果光学生物参数传感器经实施使得存在后续接着所得经全部或部分地准直的光朝向光检测器的角倾斜或与其组合的来自光源的光的准直,此些实施方案可与常规光学生物参数传感器设计相比提供优越性能。例如,准直效应可“改造”可能原本入射光学生物参数传感器内的不透明表面且丢失的光。此经改造的光可替代地经重定向使得其入射于人的皮肤,其中其可有助于可由光检测器测量的来自光学生物参数传感器的漫反射光。经部分或全部地准直的光的角度倾斜可致使经引入到人的皮肤中的光遭受较少在到光检测器的途中随穿过组织的变更光路径而变的衰减。因此,由光源产生的光的大部分可最终由光检测器通过漫反射接收,此增加与特定功率电平的光源相关联的信号强度或允许光源使用较低功率电平(如与不包含此些特征的光学生物参数传感器相比)来提供所要水平的信号强度。

[0062] 下文论述并入这些及相关概念的光学生物参数传感器的各种具体实例实施方案。

[0063] 图1描绘根据本文中所论述的概念的光学生物参数传感器的实例。在图1中,描绘光学生物参数传感器100;光学生物参数传感器100包含准直光源组合件102及第一光检测器118,以及经插置在准直光源组合件102与第一光检测器118之间的第一光势垒128。

[0064] 在光学生物参数传感器100中,第一光检测器118及准直光源组合件102经安装到衬底124且与由处理器152及存储器154提供的控制逻辑以操作方式连接。控制逻辑可存储指令,所述指令用于控制准直光源组合件102发射经全部或部分地准直的光,及用于结合或关联此光发射从第一光检测器118获得信号或数据,例如,指示所检测光测量值的数据。控制逻辑可包含计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于基于所发射的光的特性(例如,时序、强度、持续时间,及/或波长)及从第一光检测器118接收的数据而计算或确定生物参数。在一些实施方案中,控制逻辑可经配置以从所检测到光数据获得光体积描记图,所述光数据是从用于确定一或多个生物参数的第一光检测器(及额外光检测器,如果使用)获得。

[0065] 应理解,本文中所论述的实施方案中的任何者的光源及光检测器可类似地与类似控制逻辑或其它适合控制元件以操作方式连接以便控制光源及光检测器的操作及基于与光源及光检测器相关联的数据而计算生物参数,尽管此些控制逻辑组件在剩余图中未明确

地展示。

[0066] 准直光源组合件102可发射具有第一角分布160的经部分或全部地准直的光。第一角分布160可具有界定第一角方向164的第一角形心162。在此实例中,第一角方向164已被指派 0° 值,但此为任意指定。如可看到,由于来自准直光源组合件102的光的准直,第一角分布相当窄,且由准直光源组合件102发射的光的大部分是沿着在 0° 标记的大约 $\pm 10^{\circ}$ 范围内的方向发射。在具有光势垒的光学生物参数传感器的许多实施方案中,第一角方向164可在光势垒的面朝向准直光源组合件102及第一光检测器118的侧的平均法向矢量的 $\pm 10^{\circ}$ 内。换句话说,第一角方向164可在定位在光势垒128的面朝向准直光源组合件102及第一光检测器118的侧之间的中平面的 $\pm 10^{\circ}$ 内。

[0067] 由准直光源组合件102发射的经全部或部分地准直的光可由第一光学光场重定向器138接收,所述第一光学光场重定向器可为致使所接收经全部或部分地准直的光的大部分或全部经重定向使得其具有第二角分布168的光学组件。第二角分布168可具有界定第二角方向172的第二角形心170。第二角分布168的角参考系与第一角分布160的相同。如可看到,第二角形心170(且因此第二角方向172)相对于此参考系移位大约 20° 到 30° 到第一角形心162(且因此第一角方向164)的右侧。因此,沿着第一角方向发射的光的强度可在光已通过第一光学光场重定向器138之后减少。

[0068] 经重定向的所接收经全部或部分地准直的光可在由第一光学光场重定向器138重定向之后穿过窗口142,所述窗口可为在具有光学生物参数传感器100的装置被人穿戴时依靠人的皮肤的光学透明势垒。窗口142可防止水分、灰尘、油或其它污染物到达光学生物参数传感器100的组件。经重定向的所接收经全部或部分地准直的光可接着进入人的皮肤且穿入到人的真皮148,其中其可遇到血管150。此经重定向的所接收经全部或部分地准直的光可自血管150以及自周围组织漫反射;此漫反射可调制漫反射光的各种特性。漫反射光的部分可接着出射真皮148,往回穿过窗口142,入射第一光检测器118。到达第一光检测器118的漫反射光可被称作“样品调制”光,这是因为光的一或多个特性已借助与人的真皮(及其中的血管)或人的皮肤(“样品”)交互来进行调制。此样品调制光可通过第一光检测器118测量,且此数据可被提供到控制逻辑供用于计算一或多个生物参数。

[0069] 在一些实施方案中,多个光检测器可与单个、共用准直光源组合件一起使用。图2描绘根据本文中所述的概念的双光检测器光学生物参数传感器的实例。在图2中,描绘光学生物参数传感器200。光学生物参数传感器200可包含准直光源组合件202、第一光检测器218,及经安装到共用衬底224的第二光检测器220。第一光势垒228可经插置在准直光源组合件202与第一光检测器218之间;对应第二光势垒230可经插置在准直光源组合件202与第二光检测器220之间。光势垒228及230可防止来自准直光源组合件202的光在首先穿过窗口242之前到达光检测器218及220。

[0070] 光学生物参数传感器200还包含第一光学光场重定向器238及第二光学光场重定向器240;这两个光学光场重定向器可为单独组件,或可由共用组件的不同区提供。在一些状况下,这些光学光场重定向器可为相同光学结构的不同部分,例如,环形光学光场重定向器可以第一准直光源为中心,且环形光学光场重定向器的第一部分可充当第一光学光场重定向器,且环形光学光场重定向器的第二部分可充当第二光学光场重定向器。

[0071] 来自准直光源组合件202的经全部或部分地准直的光可具有第一角分布260,所述

第一角分布具有界定第一角方向264的第一角形心262。如在图1中,第一角方向264已相对于参考系与 0° 角相关。由于由准直光源组合件202提供的准直,大部分经部分或全部地准直的光可沿着在以第一角方向264为中心的小角范围内的方向发射。

[0072] 由第一光学光场重定向器238接收的来自的准直光源组合件202的经部分或全部地准直的光可由于穿过第一光学光场重定向器238而经重定向以便具有第二角分布268(实线),所述第二角分布具有界定第二角方向272的第二角形心270。对应地,由第二光学光场重定向器240接收的来自准直光源组合件202的经部分或全部地准直的光可由于穿过第二光学光场重定向器240而经重定向以便具有第三角分布269(虚线),所述第三角分布具有界定第三角方向276的第三角形心274。为便利起见,第二角分布268及第三角分布269经展示相对于相同参考系(即,用于展示第一角分布260的参考系)且在组合标绘图中。

[0073] 如可看到,第二角方向272以大于第一角方向264的程度定向朝向第一光检测器218,即,第二角方向272在面朝向第一光检测器218的方向上具有绝对量值大于第一角方向264的对应方向分量的绝对振幅的方向分量。类似地,第三角方向276也以大于第一角方向264的程度定向朝向第二光检测器218,即,第三角方向276在面朝向第二光检测器220的方向上具有绝对量值大于第一角方向264的对应方向分量的绝对量值的方向分量。应理解,可采用多个光学光场重定向器来产生可具有类似于上文所论述的第二及第三角分布的那些特性的特性的其它角分布。

[0074] 可使由第一光学光场重定向器238及第二光学光场重定向器240重定向的经重定向的所接收经部分或全部地准直的光传输穿过窗口242且到人的真皮248,其中所述光可由真皮248、表皮及/或真皮248内的血管250漫反射。漫反射光(即,样品调制光)可接着从真皮往回反射且到第一光检测器218及第二光检测器220。

[0075] 可使用各种不同技术中的任一者提供上文所论述的准直光源组合件及光学光场重定向器。下文进一步论述各种具体实施方案,但应理解,本文中所论述的概念并不限于仅这些实例实施方案。

[0076] 图3描绘具有包含菲涅尔透镜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。在图3中,展示光学生物参数传感器300,其包含以组合方式充当准直光源组合件的光源306及菲涅尔透镜308。在出射菲涅尔透镜308时,经部分或全部地准直的光可具有第一角分布360,第一角分布具有界定第一角方向364的第一角形心362。经部分或全部地准直的光可接着从菲涅尔透镜308行进朝向第一光学光场重定向器338,所述第一光学光场重定向器在此状况下是由跨越第一光学光场重定向器338阵列化的多个棱镜反射/折射元件提供。这些棱镜反射/折射元件(也被称作为光转向特征)可致使沿着通常平行于第一角方向364的方向接收的光经重定向使得经重定向光具有第二角分布368,所述第二角分布具有界定第二角方向372的第二角形心370。第二角方向372与第一角方向364之间的角度可为斜角。例如,在 5° 到 50° 或 10° 到 50° 范围中。此角范围也可适用于本文中所论述的其中经全部或部分地准直的光的其它实施方案。

[0077] 在此实例实施方案中,第一光学光场重定向器338为窗口342的整体部分,例如,窗口342可形成有光转向特征,所述光转向特征可在一个操作中(例如,通过注射成型)重定向光,或可通过单独过程(例如,通过热成形或冲压)将这些特征赋予到窗口342。因此,例如,窗口342可具有:第一透明部分,其与准直光源组合件302重叠或在其上方延伸且包含第一

光学光场重定向器338;及第二透明部分,其与第一光检测器318重叠或在其上方延伸且包含一或多个光学光场收集光学器件340。在一些实施方案中,透明部分可简单地较大连续透明部分的子区,而在一些其它实施方案中,透明部分可为不连续部分,例如,由窗口342的不透明部分分离。一或多个光学光场收集光学器件340可由可经配置以将从人的皮肤漫反射的光重定向及/或聚焦到第一光检测器的光敏区域上的一或多个光学元件(例如,透镜、衍射光学器件、棱镜结构等)提供。

[0078] 当光学生物参数传感器300经放置依靠人的皮肤时,经重定向的所接收经全部或部分地准直的光可在其出射第一光学光场重定向器338之后被传输到人的真皮348。在进入真皮348时,光可从真皮348及(例如)血管350漫反射。接着从真皮348往回漫反射(即,样品调制光378)且穿过窗口342的光可具有第三角分布380,所述角分布具有界定第三角方向384的第三角形心382。如可看到,第三角分布380比第一角分布360或第二角分布368宽得多;这是因为样品调制光378的漫反射已致使大部分光沿着距第三角方向384较远的方向(如与第一角分布360或第二角分布368的光相比)行进。样品调制光可被认为沿着具有与第一角方向相对的方向分量的方向行进。

[0079] 样品调制光378可穿过一或多个光学光场收集光学器件340,所述光学光场收集光学器件可正如第一光学光场重定向器338为窗口342的整体部分或为单独组件。一或多个光学光场收集光学器件340可收集及/或重定向样品调制光378使得其具有第四角分布390,所述第四角分布具有界定第四角方向394的第四角形心392。在此实例中,光学光场收集光学器件340可为一系列棱镜光转向结构,其可用于重定向可仍具有强方向分量的漫反射光,例如,与在其中光在经间隔较远的位置处进入并出射皮肤的光的情况中可发生的状况相比,当光在经间隔较密在一起的位置处进入并出射皮肤时,情况可能如此。因此造成较低量的漫发射。因此,光学光场收集光学器件340可主要重定向此光而无需集中所述光。第四角方向394可相对于第三角方向384成角度,使得经重定向样品调制光378比未经重定向样品调制光378经定向更朝向第一光检测器318。此布置可增加最终耦合到真皮348的来自光源306的光的量,同时也增加到达第一光检测器318的漫反射样品调制光378的量,借此增加光学生物参数传感器300的效率及性能。

[0080] 光学生物参数传感器300还包含在第一光势垒328上的特征,所述特征可与窗口342上的互补特征(例如,光势垒328的经接合到窗口342或以其它方式成为其部分的互补部分)机械介接。这些特征更全面地描述在美国临时专利申请案第62/233,220号,所述美国临时专利申请案借此以全文引用的方式并入本文中;62/233,220申请案中所描述的连锁或互相咬合特征中的任何者可用于代替所描述特征。在此实例中,特征为第一光势垒328中的与从窗口342凸出的三角脊部介接的三角凹部。此特征可有助于通过移除可能存在于第一光势垒328处与窗口342之间的可能间隙中的任何可能直接光学路径来防止第一光势垒328与窗口342之间的光泄露。因此,来自准直光源组合件302的光可不具有从第一光势垒328的面向准直光源组合件302的侧到第一光势垒328的面向第一光检测器318的侧的直接光学路径。此互补接口特征可以类似方式实施于本文中所论述的其它实施方案中,但仅在图3中加以说明。

[0081] 图4描绘具有包含菲涅尔透镜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的另一实例。图4在许多方面类似于图3,且相同组件由共享相同最后两个数字的编号指示。图3中所

展示的组件的上文论述适用于图4的对应组件(除光学光场收集光学器件440外),且为了简洁此处不重述。

[0082] 光学光场收集光学器件440在此实例中经布置以除了可能提供一些光重定向功能外还提供透镜效应且因此将从真皮448射出的漫反射、样品调制光集中在第一光检测器418上。此配置可充分适于光学生物参数传感器,其中光在更宽间隔的位置处进入并出射皮肤,此可允许增加漫反射及出射真皮448样品调制光的方向性的降低。

[0083] 图5描绘类似于图3的光学生物传感器的光学生物参数传感器的实例。在图5中,描绘光学生物参数传感器500。光学生物参数传感器500中的许多元件类似于图3的光学生物参数传感器300的元件。为了简洁,除(例如)表明此些组件不同的方面外,本文中可不描述由分享相同最后两个数字的编号指示的此些类似元件。关于图3对对应组件的论述可被称作此些组件可如何在图5的背景中操作的解释,

[0084] 在图5中,一或多个光学光场收集光学器件540是通过第二菲涅尔透镜508B(第一菲涅尔透镜,其是准直光源组合件的部分,是由编号508A指示)提供。第二菲涅尔透镜508B可不仅用于重定向样品调制光578,而且还将所述样品调制光聚焦于较小区域,例如,将其集中于第一光检测器518上。此可进一步增加第一光检测器518收集样品调制光578的能力的效率。

[0085] 透镜(例如第二菲涅尔透镜508B)可与光学光场重定向器的不同之处在于光学光场重定向器可通常重定向光而无需致使光的分散/聚合明显地改变,而透镜可以致使光的聚合或分散改变的方式重定向光。例如,透镜可允许穿过透镜的中心的光穿过透镜而方向几乎没有改变,但可致使在其它位置处穿过透镜的光改变方向使得其会聚在透镜的焦点上。因此,例如,在穿过透镜之前的光的角分布的半高宽度通常大于在穿过透镜之后的光的角分布的半高宽度。

[0086] 图6描绘展示在穿过透镜之前及之后的光的实例角分布的实例分布图。角光分布678是以虚线展示,且表示(例如)在穿过透镜之前的光。角光分布678可经描述为具有钟形曲线形状分布,且具有半高宽度686。角光分布688也使用实线展示,且表示在穿过透镜之后的相同光。如可看到,角光分布688的半高宽度696小于角光分布678的半高宽度686。此归因于透镜的聚焦效应,其增加沿着透镜的聚焦轴(在此状况下,分布的中心)的光的强度,同时减少在分布的外边缘处的光的强度。

[0087] 图7描绘将衍射光栅用于一些光学组件的光学生物参数传感器的实例。在图7中,描绘包含由光源706及第一衍射光学器件714A提供的准直光源组合件702的光学生物参数传感器700。第一衍射光学器件714A可在其中具有裂缝图案,所述裂缝由随距光源706的中心的距离增加而减少的距离彼此间隔开;同时,每一裂缝的宽度还可随距光源706的距离增加而减少。此第一衍射光学器件714A可对从光源706发射的光具有准直效应。

[0088] 在出射第一衍射光学器件714A之后,经部分或全部地准直的光可进入第二衍射光学器件714B,所述第二衍射光学器件以具有恒定间隔及恒定宽度的裂缝的图案为特征;第二衍射光学器件714B可用作第一光学光场重定向器738且使经部分或全部地准直的光的平均方向移位以便具有定向朝向第一光检测器718的较大方向分量。此经重定向经全部或部分地准直的光可穿过窗口742,接着进入人的皮肤及真皮748,其中其可从真皮748及从(例如)血管750漫反射且作为样品调制光778从人的皮肤射出。样品调制光778可接着往回穿过

窗口742及菲涅尔透镜708,所述菲涅尔透镜可将样品调制光778集中在第一光检测器718上。

[0089] 图8描绘利用与光引导准直器特征耦接的光源阵列的光学生物参数传感器。图8描绘包含准直光源组合件802的光学生物参数传感器800。准直光源组合件802在此实施方案中是由准直光源像素802'阵列812提供。每一准直光源像素802'可包含光源806(例如,LED)及反射表面898,所述反射表面可经配置以反射由光源806发射的光线使得光出射光源像素802作为经部分或全部地准直的光且沿着具有定向朝向第一光检测器818的方向分量的平均方向。例如,阵列812可发射具有第一角分布860的经部分或全部地准直的光,第一角分布860具有界定第一角方向864的第一角形心862(相对于垂直于第一光检测器818的基本上平面表面822的轴);第一角方向864可界定上文所论述的平均方向。在此实施方案中,先前所论述的实施方案中由单独光学系统提供的准直及光引导功能是由单个光学系统提供。

[0090] 由准直光源组合件802发射的经准直且经引导光可穿过窗口842且经引导到人的真皮848,其中所述经准直且经引导光可从真皮848及真皮848中的血管850漫反射。漫反射光可重新进入窗口842,且(例如)由菲涅尔透镜(所图示)或其它光学特征集中于第一光检测器818上。

[0091] 在光学生物参数传感器之先前实例中,光检测器及光源通常已经安装到相同衬底且因此通常已具有彼此平行的作用表面。随着许多准直光源组合件可主要沿着垂直于光源经安装在其上的衬底的方向发射光,可需要使本文中较早论述的光学光场重定向器以使经全部或部分地准直的光倾斜朝向第一光检测器。然而,经全部或部分地准直的光的倾斜也可通过使准直光源组合件自身倾斜替代在经部分或全部地准直的光由准直光源组合件发射之后重定向所述经部分或全部地准直的光来完成。

[0092] 图9描绘具有倾斜的准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。图9中展示光学生物参数传感器900;光学生物参数传感器900可包含具有第一光检测器918及准直光源组合件902的衬底924,所述准直光源组合件在此实例中是由准直光源像素902'的阵列912提供,所述准直光源像素(例如)通过楔形件999或其它结构经定位以便为相对于衬底924成斜角。第一光检测器918楔形件999可包含将阵列912中的准直光源像素902'与衬底924中的电路电连接的电路(未展示)。替代地,准直光源像素902'的阵列912可经安装到柔性衬底(例如,柔性印刷电路),所述柔性衬底是由楔形件999支撑且与衬底924中的电路迹线或与允许将功率及控制信号发送到准直光源像素的其它机构电连接。替代地,准直光源像素902'可经安装到小刚性基板(例如,印刷电路板),小刚性基板由楔形件999支撑且与衬底或用于通过电缆或柔性印刷电路板提供数据及/或功率信号的及其它机构电连接。

[0093] 如在准直光源像素902'中的一者的详图(图的左下角)中可看到,每一准直光源像素902'可包含光源906,所述光源定位在具有反射表面998的抛物面或其它弧形反射器内。由光源906发射的分散光可从反射表面998发射使得由准直光源组合件像素902发射的分散光经部分或全部地准直(在此实例中,光将仅经部分地准直,这是因为分散光中的一些可出射准直光源像素902'而无需从反射表面998反射;其它类型的反射器可提供更多准直)。因此,由阵列912发射的光可经部分或全部地准直,且借助阵列912的成角度定位,与经部分或全部地准直的光的角分布的角形心相关联的角方向可具有无需使用单独光学光场重定向器经定向朝向第一光检测器918的方向分量。例如,经部分或全部地准直的光可相对于衬底

924的法向矢量或第一光检测器918的基本上平面光敏表面具有第一角分布960,具有界定第一角方向964的第一角形心962。第一角方向964可(例如)在此法向矢量的 5° 及 50° 内。

[0094] 图10描绘其中相干光源用作准直光源组合件的光学生物参数传感器的实例。图10描绘衬底1024,所述衬底支撑第一光检测器1018及可用于支撑与(例如)表面发射激光二极管1004介接的印刷电路1026(刚性或柔性)的楔形件1099或其它结构。楔形件1099或其它结构可使由表面发射激光二极管1004发射的光束倾斜使得光束遵循相对于衬底1024的法向矢量或第一光检测器1018的光敏区域形成大约 5° 到 50° 的角的方向。此类类似于图9的实施方案中采取的方法,且具有类似效应。在一些实施方案中,支撑表面发射激光二极管1004的楔形件1099或其它结构可是通过(例如)柔性印刷电路或已经折叠成的其它电布线组件提供以便将表面安装激光二极管1004定位成所要角度。表面发射激光为沿大体垂直于表面发射激光经安装到其的衬底的方向发射光的激光组件。

[0095] 表面安装激光二极管可在经供电时提供经部分或全部地准直的光,例如,相干光。经部分或全部地准直的光可在进入人的真皮1048之前穿过窗口1042,其中所述光可在往回穿过窗口1042且到达第一光检测器1018之前由真皮1048及/或血管1050漫反射。窗口1042可视情况包含可用于将此漫反射光聚焦或重定向到第一光检测器1018上的光学元件(例如,所描绘菲涅尔透镜)。在此实例中,展示可经插置在表面安装激光二极管1004与第一光检测器1018之间的第一光势垒1028,但如下文进一步所论述,此势垒在一些实施方案中可非必需的。

[0096] 应注意,虽然本文中所论述的实例中的许多者已涉及单个光源及单个光检测器,但此些特征还可由群集、阵列或多个此些特征的其它实例提供。例如,替代单个光检测器元件,可使用光检测器元件的像素化阵列。此阵列可为矩形,或可(例如)由圆形,例如围绕光源布置的光检测器元件的圆形阵列。类似地,光源可如同本文中提供的实例实施方案中的一些一样是由多个光源的阵列(例如,LED阵列)提供。

[0097] 也应理解,在一些实施方案中可省略本文中实例中所描绘的光势垒。例如,如果准直光源组合件及光学光场重定向器经配置使得几乎不存在来自准直光源组合件的光在穿过人的皮肤且借此转向成样品调制光之前到达光检测器的风险,于是光势垒的使用可为冗余的。在此些状况下,可视需要简单地省略光势垒。

[0098] 应进一步理解,本文中所论述的各种实施方案中所展示的光传输结构(即,在真皮/上皮的“上游”的结构)及光接收结构(即,在真皮/上皮的“下游”的结构)可用于除所展示的具体组合外的组合中。例如,本文中所论述的准直光源组合件中的任何者以及其它准直光源组合件可用于替代本文中所描绘的实施方案中的任一者的任何具体事例准直光源组合件。通过其它实例,可使用表面安装激光光源来替代LED光源及衍射光学器件以提供准直光源组合件,且接着可使用光学光场重定向器重定向来自其的光。

[0099] 本文中所论述的光源可为广频的,例如,白光,或可经设计以提供经集中在某些光谱带内的光,例如,红光、红外光、黄光,及/或绿光。所使用特定波长可是基于待确定的光学生物参数而选择。例如,主要发射绿波长光的光源可充分适于测量心率,但红光及红外光源可更充分适于测量血氧水平。

[0100] 使用光引导特征的效应可对PPG信号的强度具有巨大影响。此在以下图及论述中加以说明。

[0101] 图11描绘展示用于带有具有抛物面反射器的准直光源及具有菲涅尔透镜的光学光场重定向器的光源的射线追踪的模拟结果。在图11中,展示准直光源1102;准直光源可包含可发射由位于抛物面反射器的底部处的光源1106引起的经部分或全部地准直的光1158的抛物面反射器(描绘其侧壁)。经部分或全部地准直的光1158可接着穿过第一光学波前重定向器1138,其在此状况下为菲涅尔透镜/棱镜。如可看到,虽然由第一光学波前重定向器1138接收的经部分或全部地准直的光1158中的一些经定向到左侧作为经重定向的所接收经部分或全部地准直的光1166,但由第一光学波前重定向器1138接收的经部分或全部地准直的光1158的大部分经定向到右侧作为经重定向的所接收经部分或全部地准直的光1166(如由图11的右侧上的增强的光线强度所示,如与左侧相比)。

[0102] 图12为具有PPG传感器的实例生物计量监视装置的图片,所述PPG传感器具有经插在配备有抛物面反射器及菲涅尔透镜布置(如图11中所模拟)的左光源与不包含菲涅尔透镜布置的右光源(但其确实包含相同抛物面反射器)之间的平方光检测器。此光引导特征沿着底部边缘的四个圆形为用于充电用途的电触点且并非光学特征。图12'为图12的实例生物计量监视装置的所拍摄照片,其中光源经激活同时保持白投射表面垂直于光检测器且大体与光源相符以便展示由每一光源产生的光束散布图。图12'的照片已经后处理(原件的负像在左上角以灰度展示—所使用光源为绿色发光二极管)以更清楚地展示不同光强度带的轮廓(带越暗,光强度越大),且已用展示两个光电发射体(PE)、光检测器(PD)及依靠在生物计量监视装置上的投射表面的边缘(短划-点-短划线)的注解来扩充。图12'还包含三个白箭头,其中中间的白箭头指示光检测器作用区域的法线,其中左侧的白箭头强调从左光源发射的光的最大强度的方向,且其中右侧的白箭头强调从右光源发射的光的最大强度的方向。显而易见,在左光源中使用如本文中所论述的光引导特征致使所发射光朝向光检测器的明显偏置,此将在光检测器处造成更强PPG信号。相比之下,右光源具有较低强度且不朝向光检测器偏置。

[0103] 图13描绘来自模拟及测试测量的数据,其展示随光入射角而变的AC信号强度。图14描绘来自模拟及测试测量的数据,其展示随光入射角而变的DC信号强度。在图13及14两者中,类似于图11及12中所展示的PPG传感器的光检测器处的信号强度的百分比增益经展示为随与垂直于光检测器作用表面区域的矢量的增加角度(例如,最大光强度的角度与由图12'中的中间白箭头指示的矢量之间的角度)而变。此角度在这些图中称作“中心角”。通过以下步骤确定百分比增益:比较中心轴在中心角处的预定义锥角内的信号强度与中心轴实质上垂直于衬底/光源发射平面(未引导—类似于图12'中的右光源)的相同预定义锥角内的信号强度。百分比增益经展示与无光引导实施方案(例如,0°的中心角)的信号有关。每一图中展示三个数据集—一个数据集(圆形)展示蒙特卡洛(Monte Carlo)光输送模拟的结果,另一数据集(三角形)展示使用允许沿着四个不同角定向光(误差条展示这些测量值的标准误差)的工作台测试设置跨越5个用户求平均的测量值,且第三数据集(正方形)展示用图12中所展示的测试中之中的光源取得的测量值(每一光源是个别地激活)。“X”标记展示具有致使光具有高达偏心50°的中心角的光引导特征的可穿戴装置的预期增益。如可看到,使用如本文中所论述的光引导特征可造成在30%到50%邻域中比无光引导实施方案高的信号强度,此为显著性能增益。

[0104] 应理解,上述概念已侧重于重定向光学生物参数传感器的经部分或全部地准直的

光使得其稍微“倾斜”朝向光学生物参数传感器的光检测器以便增加接着从人的皮肤漫射处且可由光检测器检测的光的量。此可用于增加信号强度。

[0105] 然而,应理解,在一些情景中,可期望相反方法。例如,在当前光学生物参数传感器中,包装及组合考虑事项可能实际上限制光源与光检测器之间的间隔使得这些组件之间可能存在至少1mm或更多的间隙。然而,这些组件的持续小型化,以及这些组件的新的包装布置可致使此间隙距离进一步减少。如果此间隙减少过多,即,光检测器与光源经定位过于接近,那么漫反射光的DC分量可能足够高使得光检测器可由于来自DC分量的饱和度而不能可靠地检测漫反射光的AC分量。在这些状况下,可期望使经部分或全部地准直的光实际上沿相反方向倾斜,即,远离光检测器,以便增加穿过样品中的脉动组织的光学路径长度,因此增加信号的AC调制的量及增加样品调制光的AC/DC比率以允许光检测器更可靠地检测样品调制光的AC分量。因此,应理解,也可实践上文关于所描绘实施例所论述的所有概念以便实际上在相对于第一角方向或相对于垂直于光检测器作用区域的矢量进行评估时颠倒经重定向光的倾斜角。如上文所述,这些其它实施方案可有益于其中光检测器与光源是非常接近间隔(例如,相距小于1mm)的情景。

[0106] 在本申请案的一些实施方案中,可提供一种设备,其包含:准直光源组合件,所述准直光源组合件经配置以发射具有第一角分布的经部分或全部地准直的光,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心;一或多个第一光检测器;及第一光学光场重定向器,其经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一些且经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向的所接收经部分或全部地准直的光具有第二角分布,所述第二角分布具有界定第二角方向的第二角形心,所述第二角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述一或多个第一光检测器延伸的方向分量。

[0107] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括第一光势垒,所述第一光势垒经插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间。

[0108] 在本申请案的一些实施方案中,所述第一光势垒具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,其中所述第一表面及所述第二表面在其之间界定在与所述第一角方向平行的 $\pm 10^\circ$ 内的中平面。

[0109] 在本申请案的一些实施方案中,所述第一光势垒具有面朝向所述准直光源组合件的第一表面及面朝向所述一或多个第一光检测器的第二表面,其中所述第一角方向在与由所述第一表面及所述第二表面所界定的平均法向矢量平行的 $\pm 10^\circ$ 内。

[0110] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括具有一或多个透明部分的窗口,其中所述第一光势垒与所述窗口介接使得来自所述准直光源组合件的光不具有从所述第一光势垒的面朝向所述准直光源组合件的侧到所述第一光势垒的面朝向所述一或多个第一光检测器的侧的直接光学路径,所述一或多个透明部分中的一者在所述准直光源组合件上方延伸,所述一或多个透明部分中的一者在所述一或多个第一光检测器上方延伸,且所述第一光学光场重定向器是由经模制到所述窗口中在于所述准直光源组合件上方延伸的所述透明部分中的光学光转向特征提供。

[0111] 在本申请案的一些实施方案中,与所述第一角方向相关联的所述第二角分布中的光强度小于与所述第一角方向相关联的所述第一角分布中的所述光强度。

[0112] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括控制逻辑,所述控制逻辑包含存储器及一或多个处理器,其中所述存储器、所述一或多个处理器、所述准直光源组合件及所述一或多个第一光检测器是以操作方式连接,且所述存储器存储计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于控制所述一或多个处理器致使所述准直光源组合件发射光,从与来自所述准直光源组合件的光的所述发射相关联的所述一或多个第一光检测器获得所检测的光测量值,及至少部分地基于所述所检测光测量值而确定生物参数。

[0113] 在本申请案的一些实施方案中,所述存储器存储计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于控制所述一或多个处理器从所述所检测光测量值获得光体积描记图及从所述光体积描记图确定所述生物参数。

[0114] 在本申请案的一些实施方案中,所述生物参数是选自以下组成的群组:心率、血氧饱和度(SpO₂)、呼吸率、血液灌注、水合水平、组织血氧饱和度(StO₂)、组织代谢率、黑色素成分、胶原组织纤维的结构定向、肌肉纤维的结构定向、体细胞大小、体细胞密度、细胞外基质大小,及细胞外基质密度。

[0115] 在本申请案的一些实施方案中,所述第一角方向及所述第二角方向在其之间形成介于5°与50°之间的夹角。

[0116] 在本申请案的一些实施方案中,所述准直光源组合件包含:光源;及菲涅尔透镜,其经插置在所述光源与所述第一光学光场重定向器之间,其中所述菲涅尔透镜经配置以部分或全部地准直来自所述光源的光且将所述经部分或全部准直的光定向朝向所述第一光学光场重定向器。

[0117] 在本申请案的一些实施方案中,所述准直光源组合件包含一或多个光源;及一或多个光反射器,其中每一光反射器具有对应光源,且所述一或多个光反射器经配置以发射来自所述对应光源的光以产生具有所述第一角分布的所述经部分或全部地准直的光。

[0118] 在本申请案的一些实施方案中,所述准直光源组合件包含:光源;及衍射光学器件,其经插置在所述光源与所述第一光学光场重定向器之间,其中所述衍射光学器件经配置以部分或全部地准直来自所述光源的光且将所述经准直的光定向朝向所述第一光学光场重定向器。

[0119] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括具有一或多个透明部分的窗口,其中所述一或多个透明部分中的一者在所述准直光源组合件上方延伸,所述一或多个透明部分中的一者在所述一或多个第一光检测器上方延伸,且所述第一光学光场重定向器是由经模制到所述窗口中在于所述准直光源组合件上方延伸的所述透明部分中的光学光转向特征提供。

[0120] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括一或多个光学光场收集光学器件,其经定位以便接收沿着具有与所述第一角方向相反的分量的第一方向行进的样品调制光,其中所述所接收样品调制光具有第三角分布,所述第三角分布具有界定第三角方向的第三三角形心,且所述一或多个光学光场收集光学器件经配置以重定向所述所接收样品调制光使得所述经重定向所接收样品调制光具有第四角分布,所述第四角分布具有界定第四角方向的第四三角形心,所述第四角方向以比第三角方向小的程度从一或多个第一光检测器倾斜远离。

[0121] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括光学透镜,其经定位以便接

收沿着第一方向行进的样品调制光,所述第一方向具有与所述第一角方向相反的方向分量且具有具有第一半高宽度的第三角分布,其中所述光学透镜经配置使得所述样品调制光在穿过所述光学透镜之后具有第四角分布,所述第四角分布具有小于所述第一半高宽度的第二半高宽度。

[0122] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括一或多个第二光检测器;及第二光学光场重定向器,其经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一些且经配置以重定向所述所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向的所接收经部分或全部地准直的光具有第三角分布,所述第三角分布具有界定第三角方向的第三角形心,所述第三角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述一或多个第二光检测器延伸的方向分量。

[0123] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括至少一或多个额外光检测器;及至少一或多个额外光学光场重定向器,其中所述一或多个第一光检测器、所述一或多个第二光检测器及所述至少一或多个额外光检测器经定位在以所述准直光源组合件为中心的环形区域内,且所述一或多个额外光学光场重定向器中的每一者经定位以便接收由所述准直光源组合件发射的所述经部分或全部地准直的光中的至少一者且经配置以重定向所接收经部分或全部地准直的光使得所述经重定向的所接收经部分或全部地准直的光具有角光分布,所述角光分布具有界定角方向的角形心,所述角方向具有以比所述第一角方向的对应方向分量大的程度朝向所述至少一或多个额外光检测器中的对应者延伸的方向分量。

[0124] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包含第一光势垒,其插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间;及第二光势垒,其插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第二光检测器之间。

[0125] 在本申请案的一些实施方案中,设备包括准直光源组合件,所述准直光源组合件经配置以发射具有第一角分布的经部分或全部地准直的光,所述第一角分布具有界定第一角方向的第一角形心;且一或多个第一光检测器总体来说界定基本上平面光敏表面,其中所述第一角方向为相对于所述基本上平面光敏表面的法向矢量成介于 5° 与 50° 之间的角度且包含经定向朝向所述第一光检测器的方向分量。

[0126] 在本申请案的一些实施方案中,所述设备进一步包括第一光势垒,所述第一光势垒经插置在所述准直光源组合件与所述一或多个第一光检测器之间。

[0127] 在本申请案的一些实施方案中,所述准直光源组合件为表面安装激光二极管,所述表面安装激光二极管经表面安装在印刷电路上且经配置以在与所述表面安装激光二极管对应的位置处沿着相对于所述印刷电路的表面垂直于所述印刷电路的方向发射激光,且所述印刷电路经定位在与所述第一光检测器有关的空间中使得所述印刷电路的主平面相对于所述基本上平面光敏表面成介于 5° 与 50° 之间的角度。

[0128] 在本申请案的一些实施方案中,所述准直光源组合件包含一或多个光源;及一或多个光反射器,其中每一光反射器具有对应光源,且所述一或多个光反射器经配置以发射来自所述对应光源的光以产生具有所述第一角分布的所述经部分或全部地准直的光。

[0129] 在本申请案的一些实施方案中,所述一或多个光源经布置成基本上平行于所述基本上平面光敏表面的阵列。

[0130] 在本申请案的一些实施方案中,所述一或多个光源经布置成在与所述基本上平面光敏表面基本上平行 5° 到 50° 内的阵列。

[0131] 重要地是,本文中所论述的概念既不限于本文中所论述的任何单个方面或实施方案,也不限于这些方面及/或实施方案的任何组合及/或排列。此外,本发明及/或其实施方案的方面中的每一者可单独采用或以与其它方面及/或其实施方案中的一或多个者组合的形式采用。为了简洁起见,将不论述及/或在本文中单独说明那些排列及组合中的许多排列及组合。

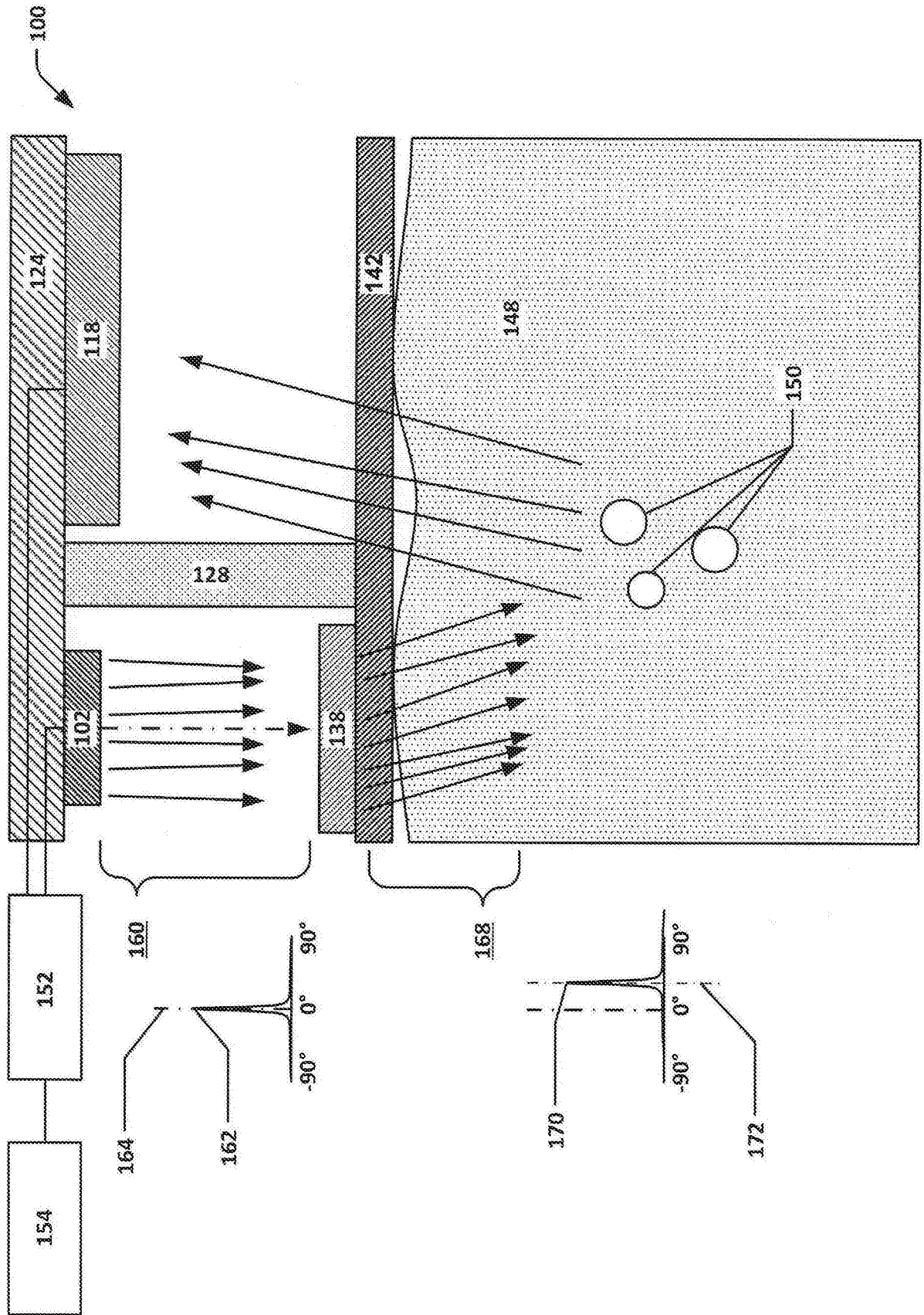


图1

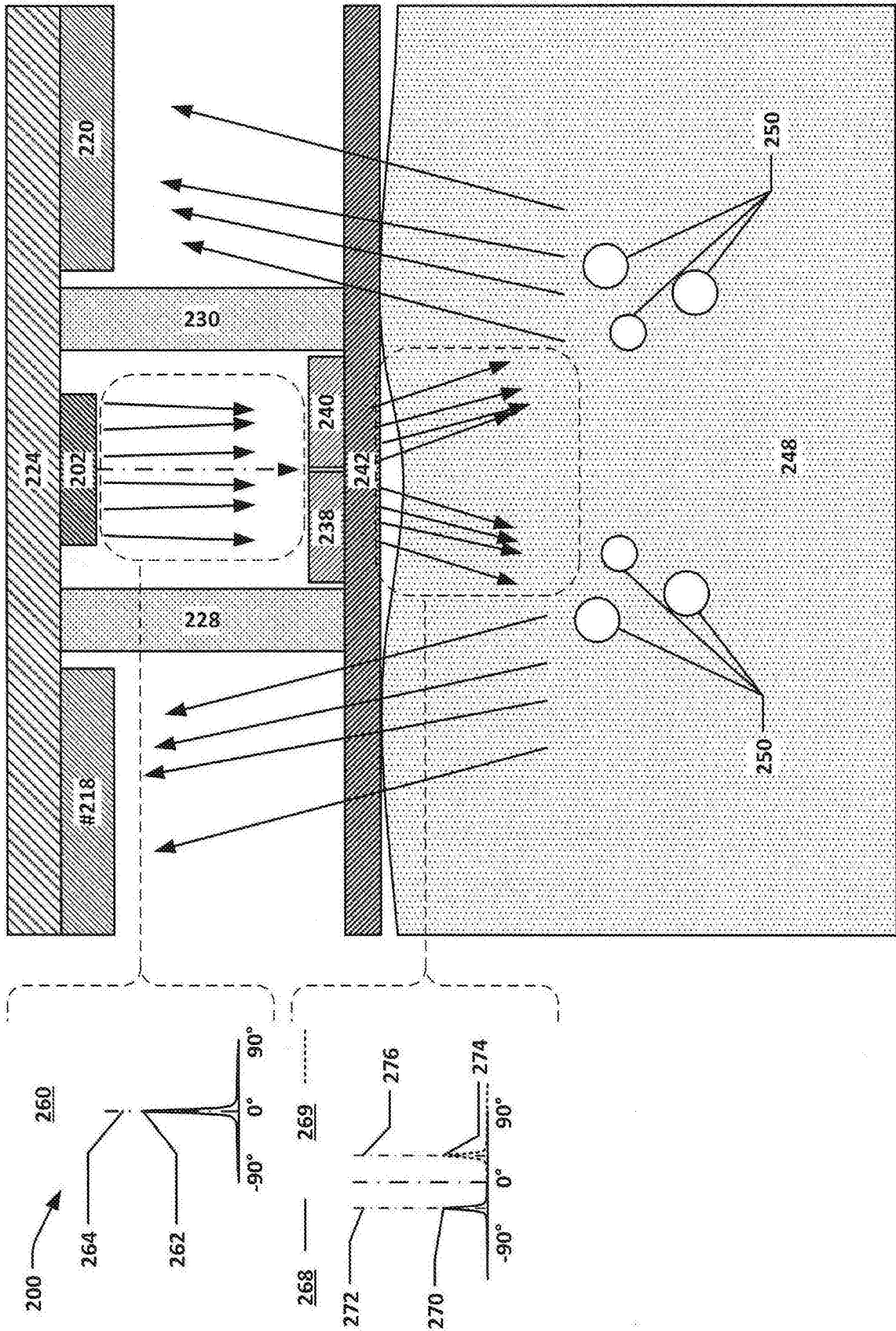


图2

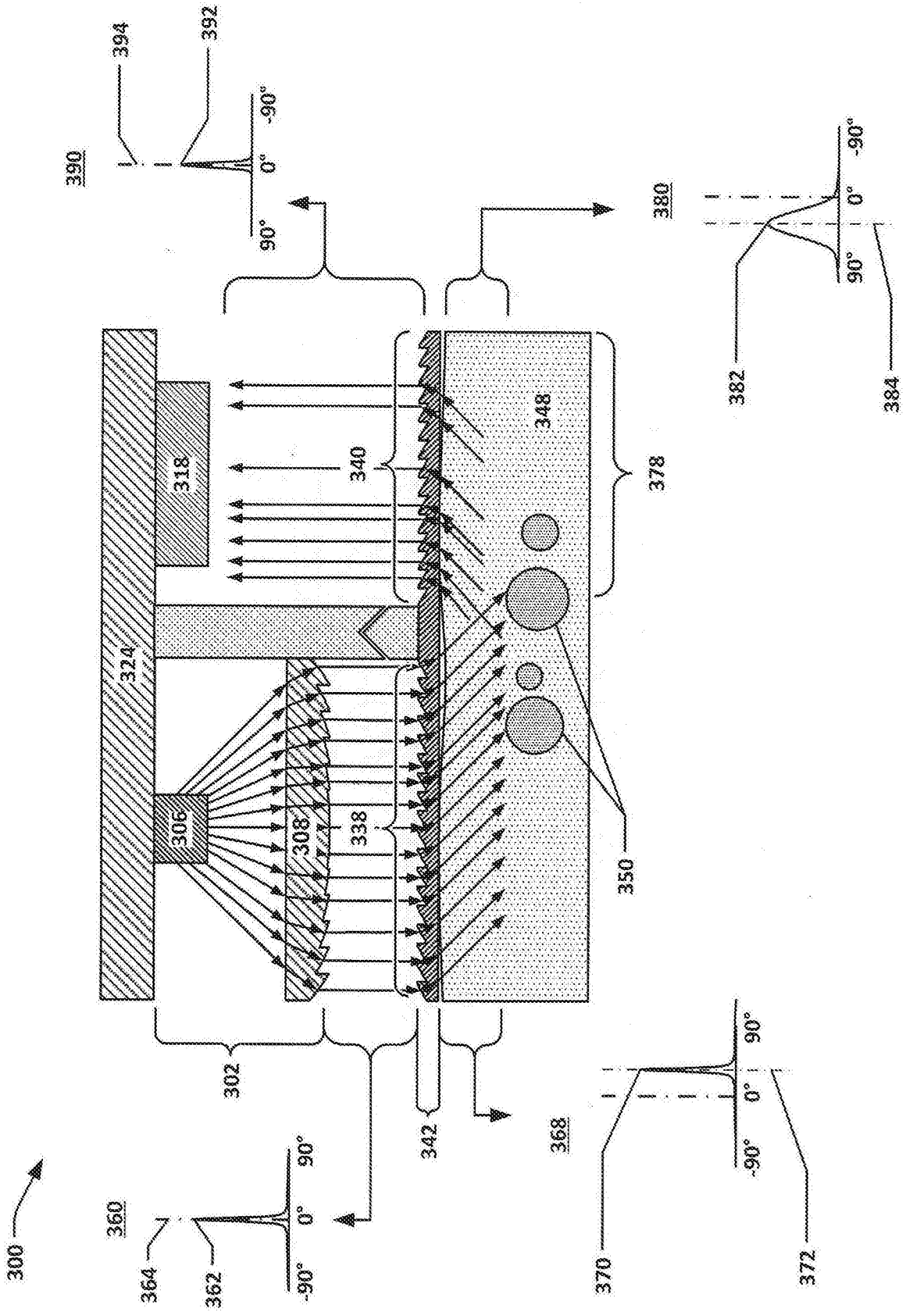


图3

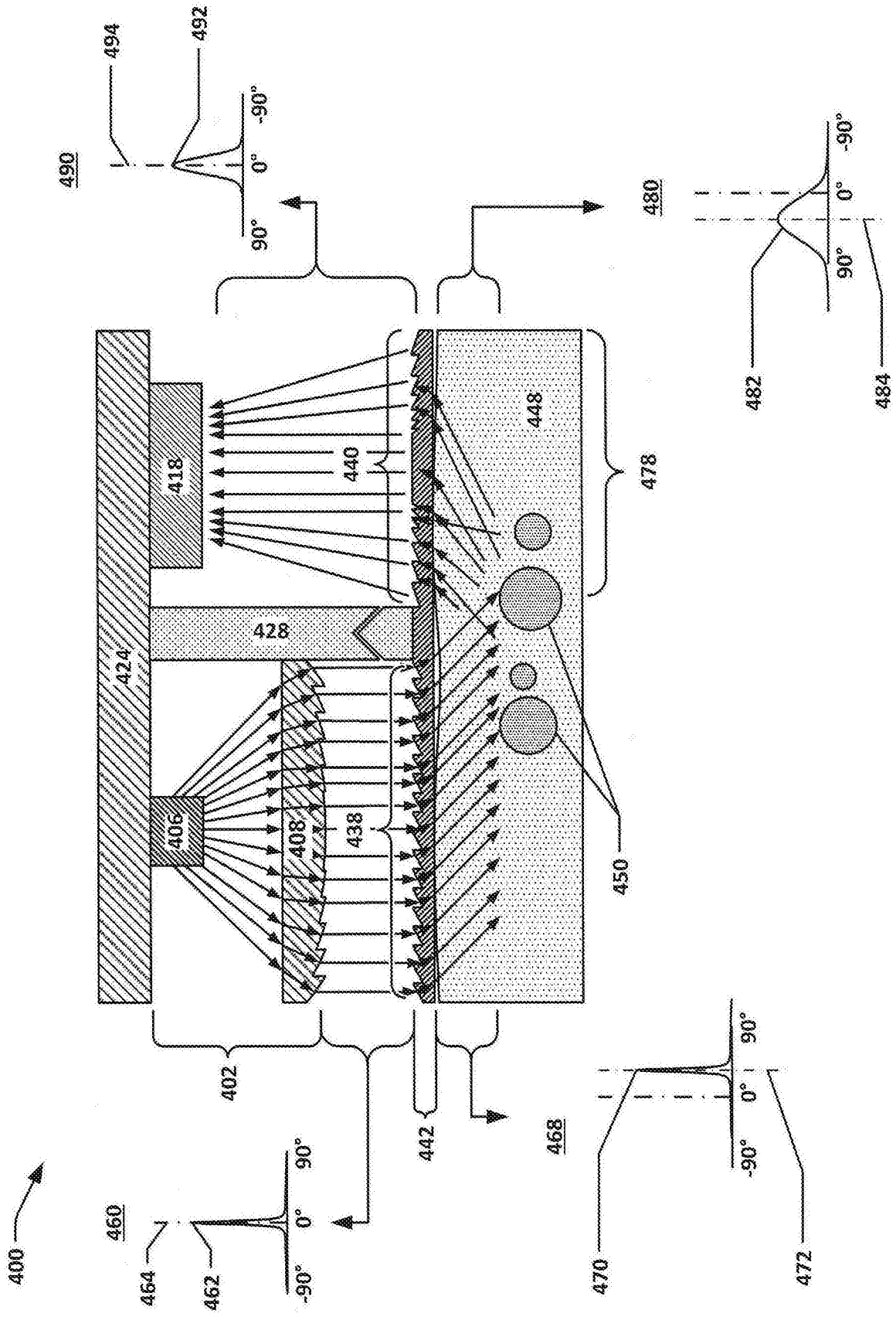


图4

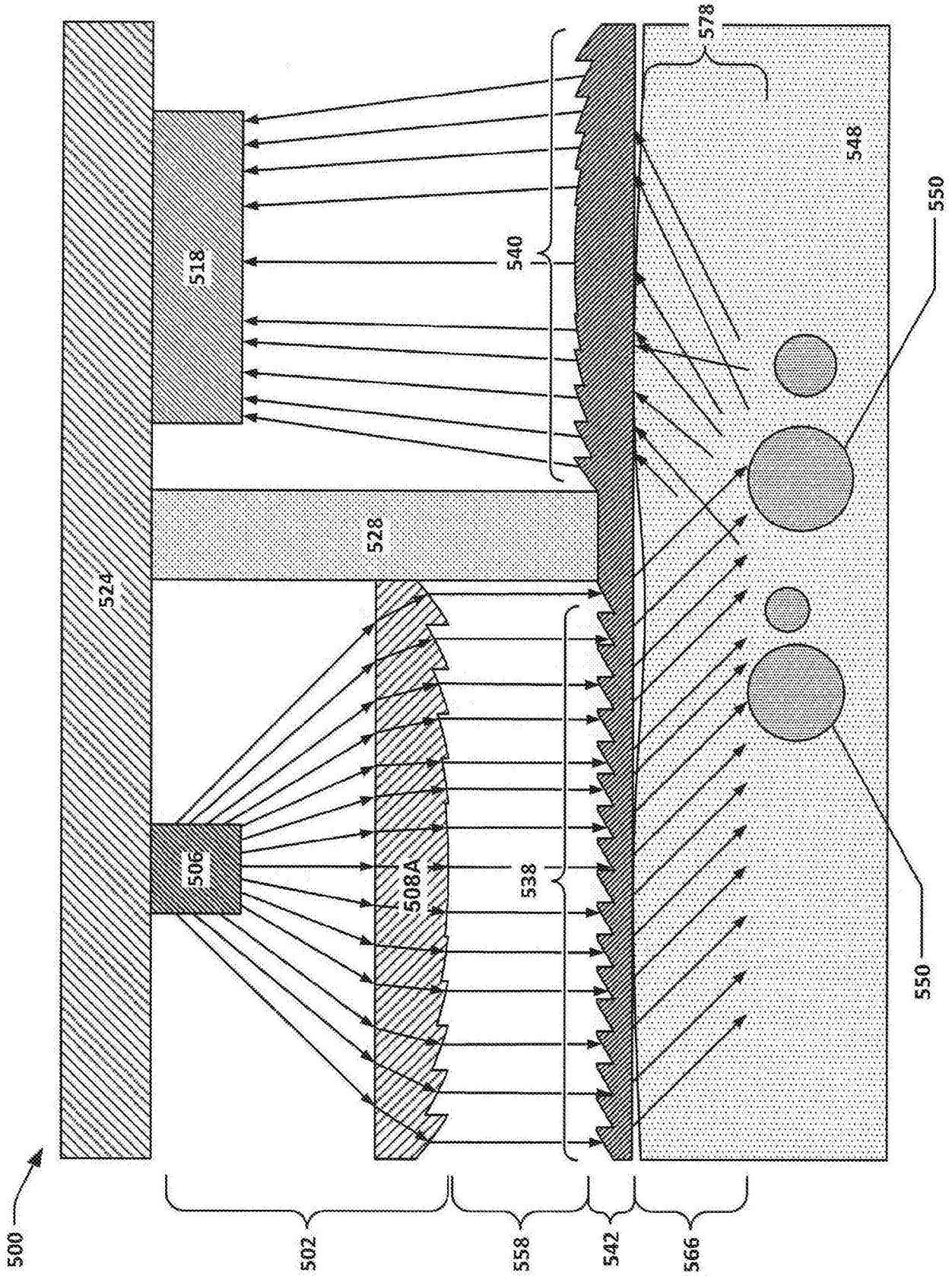


图5

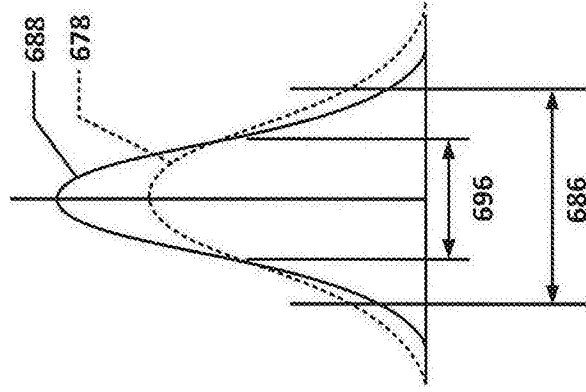


图6

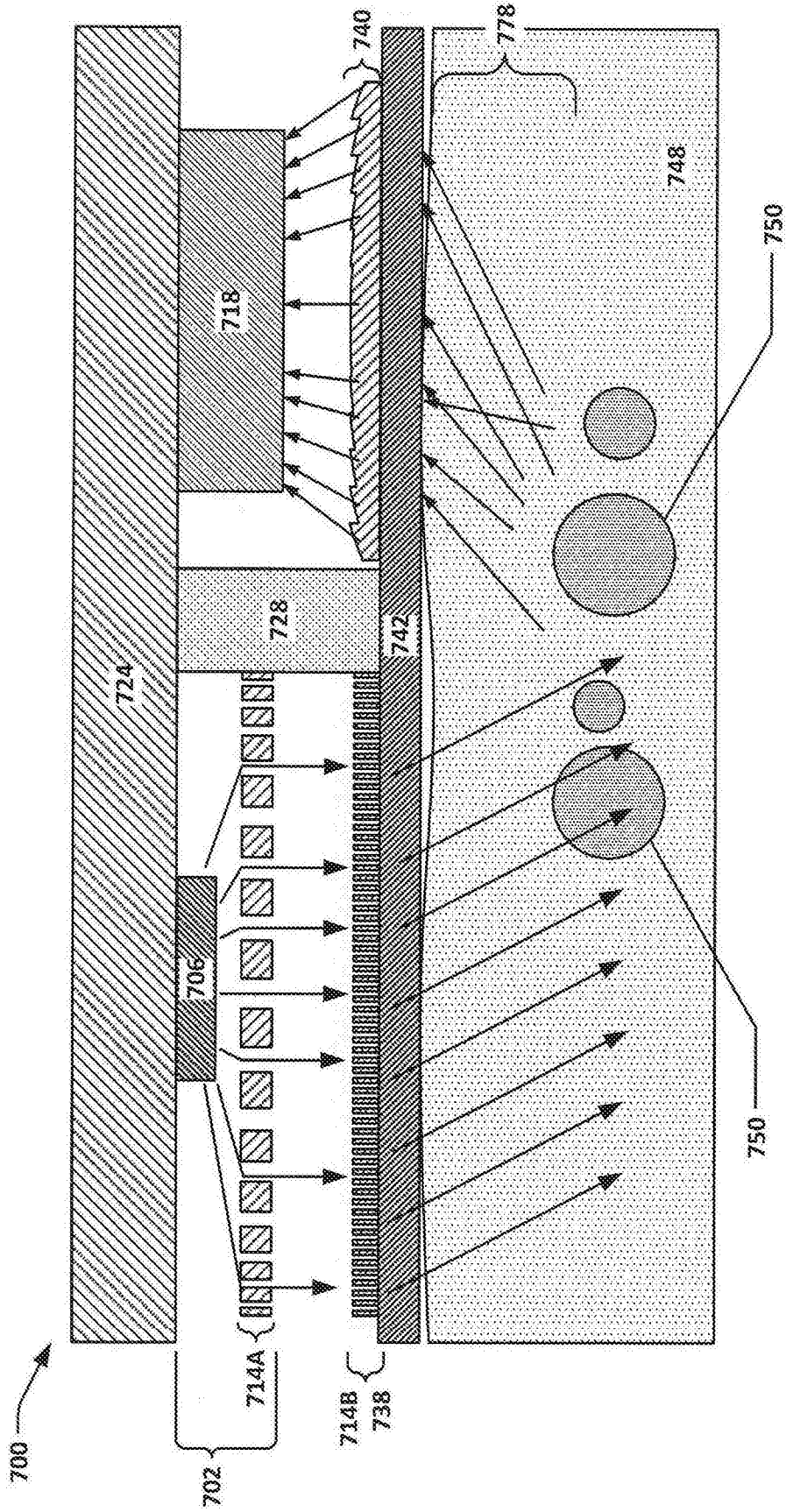


图7

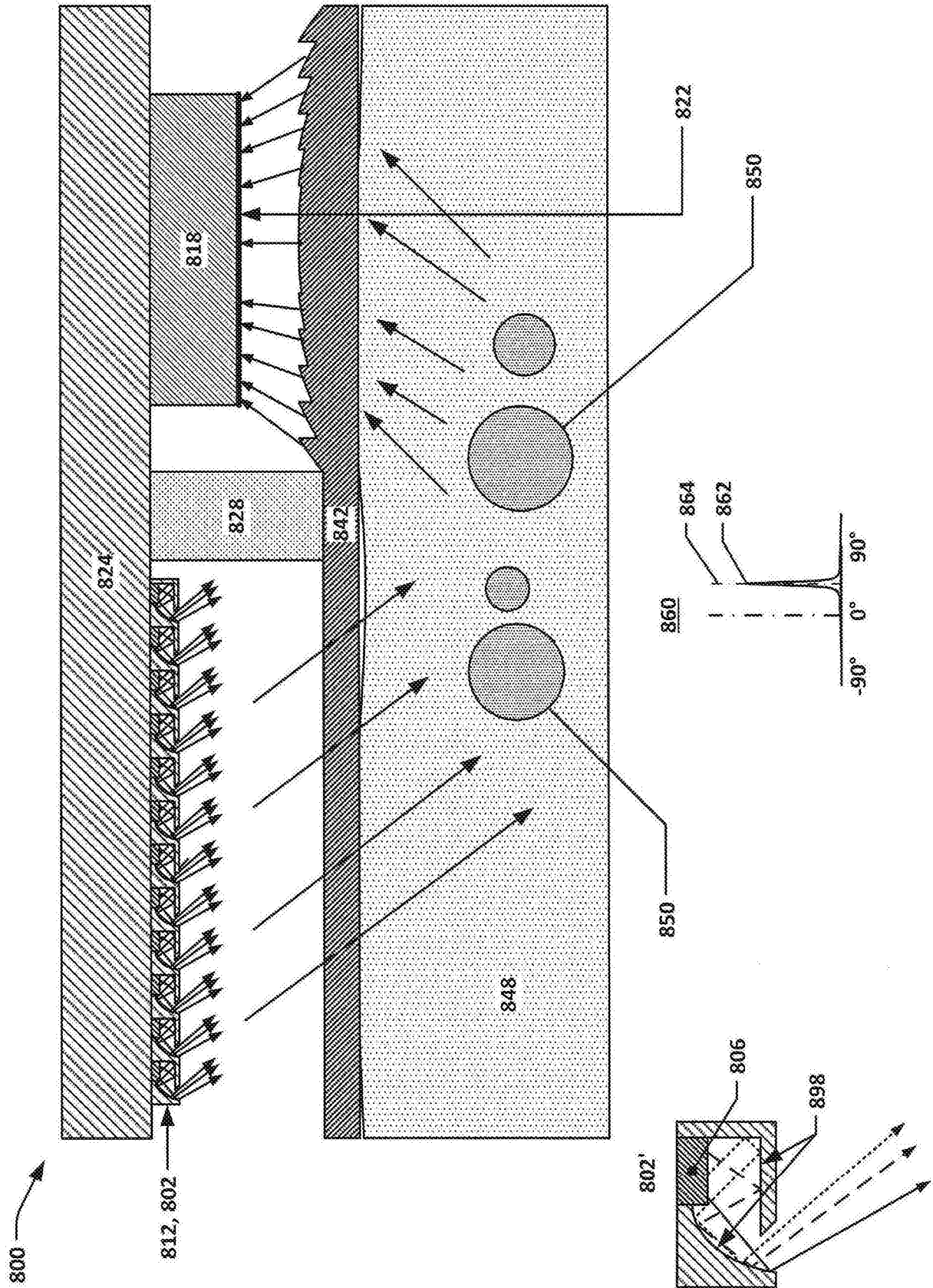


图8

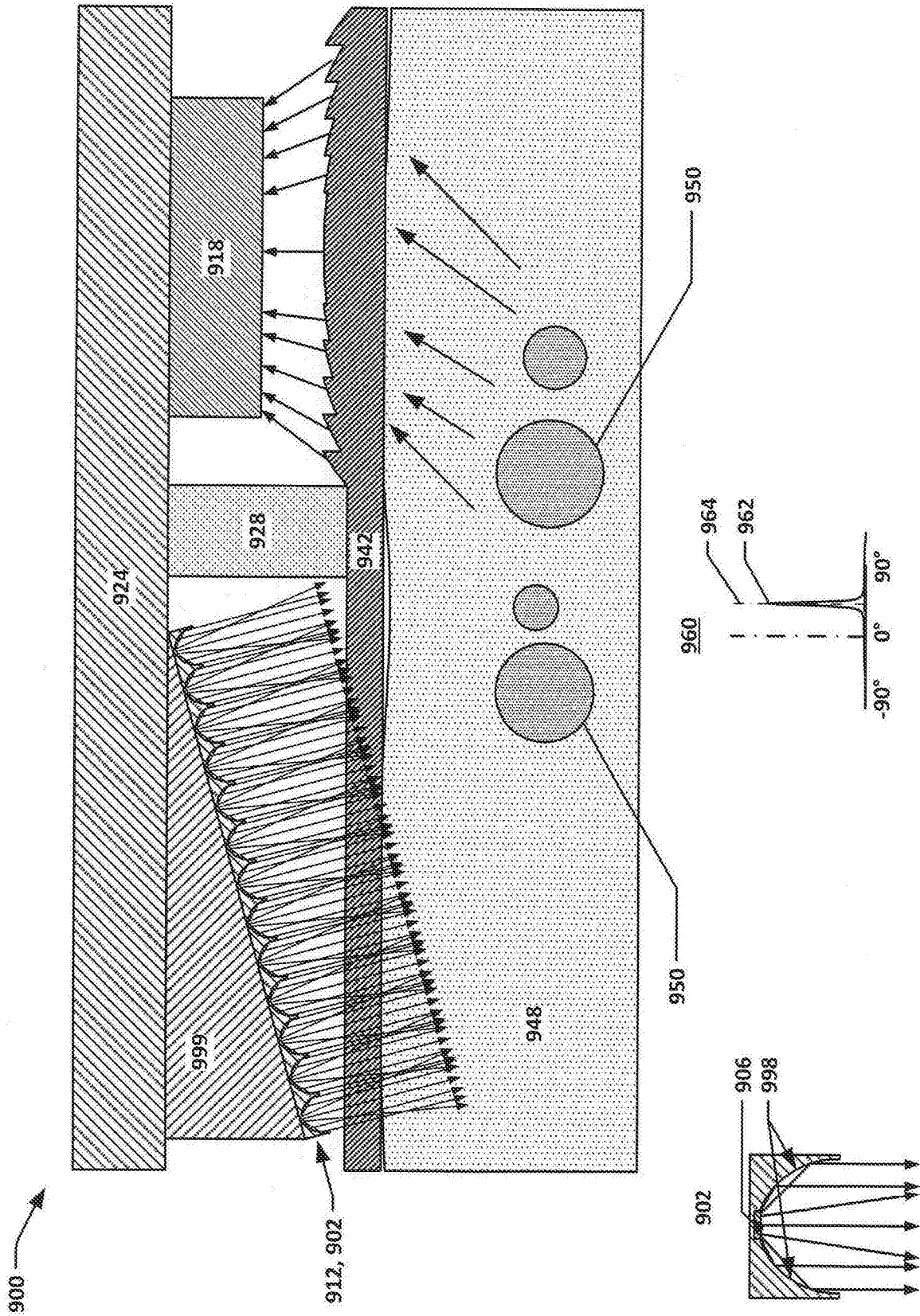


图9

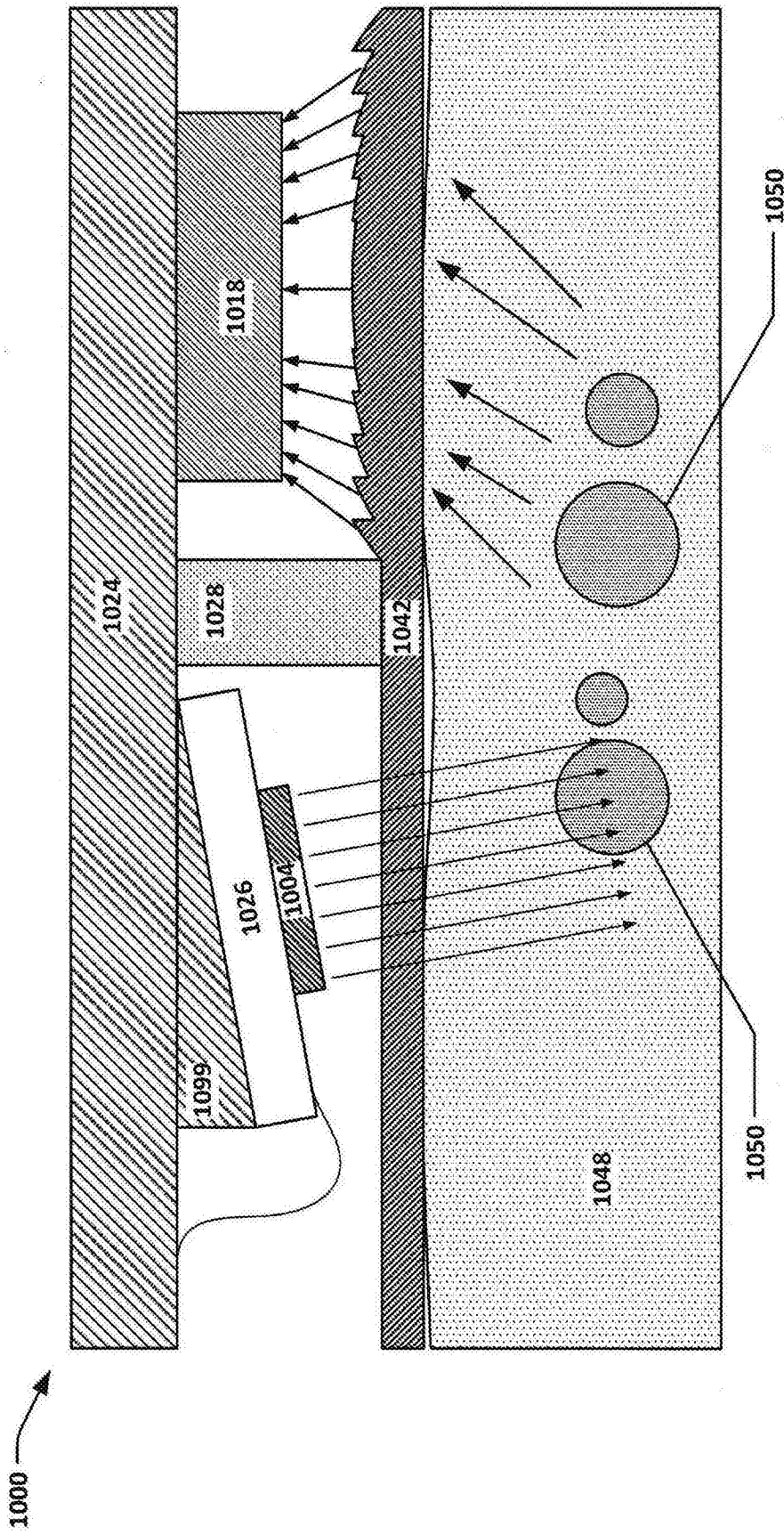


图10

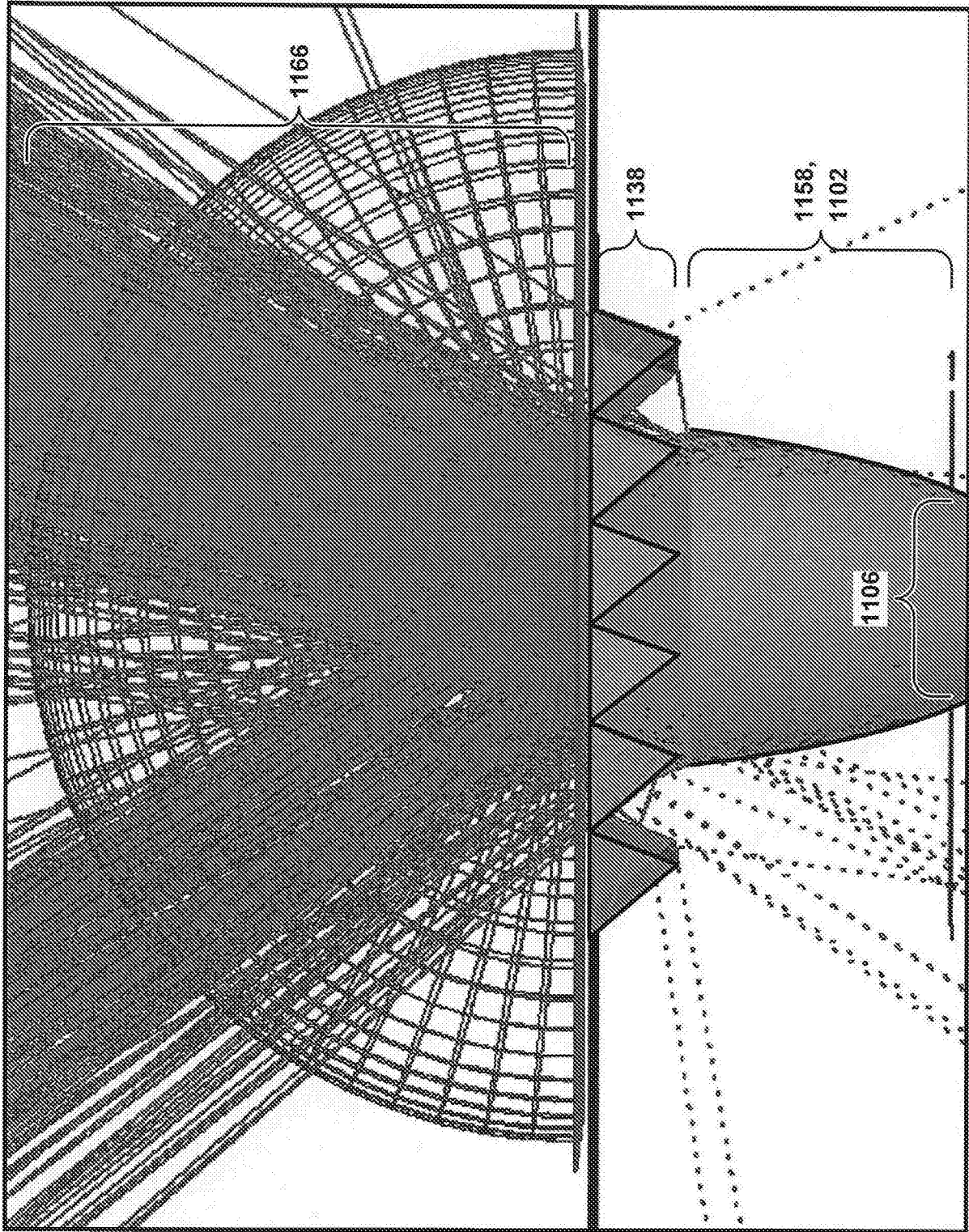


图11

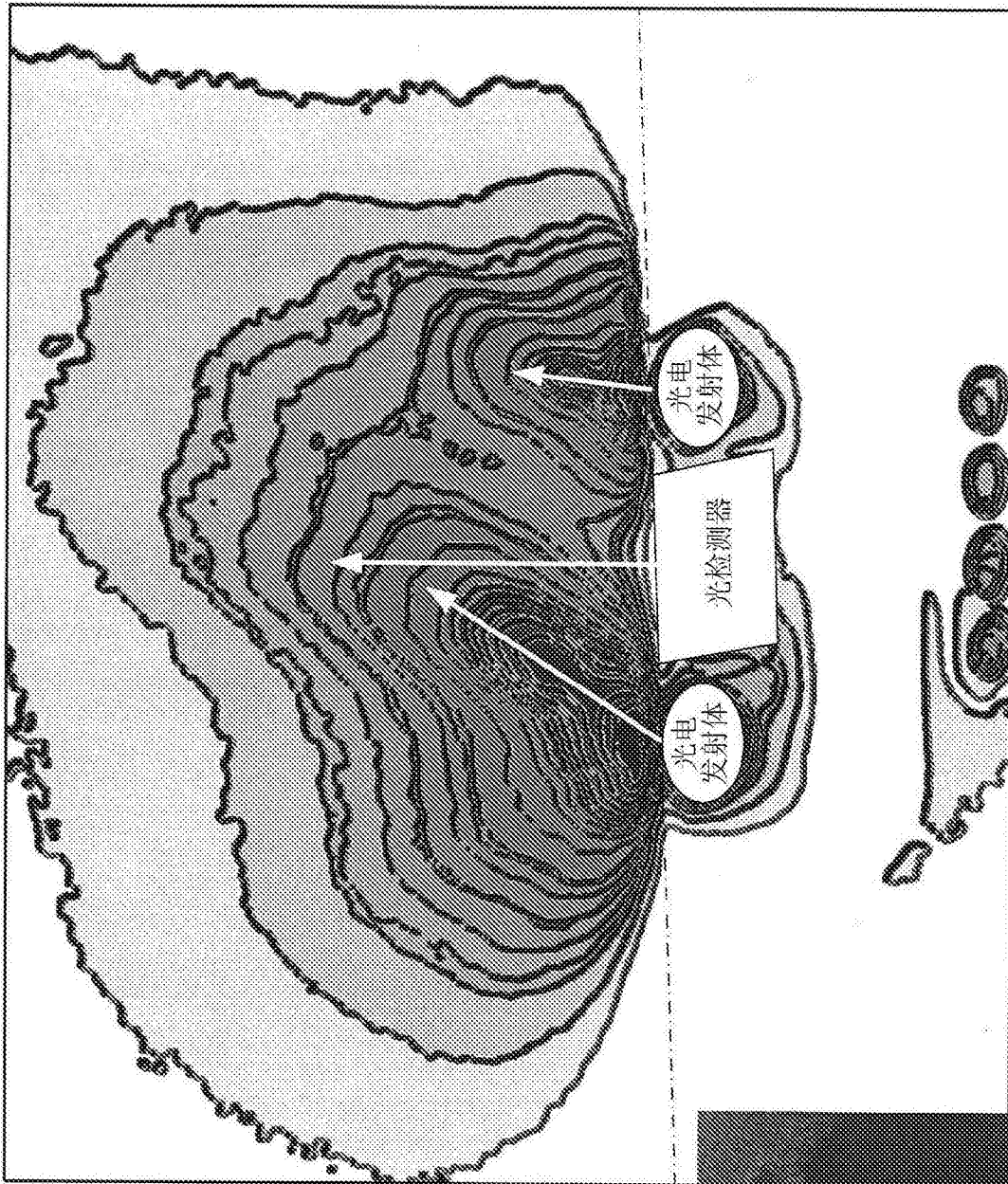


图12'

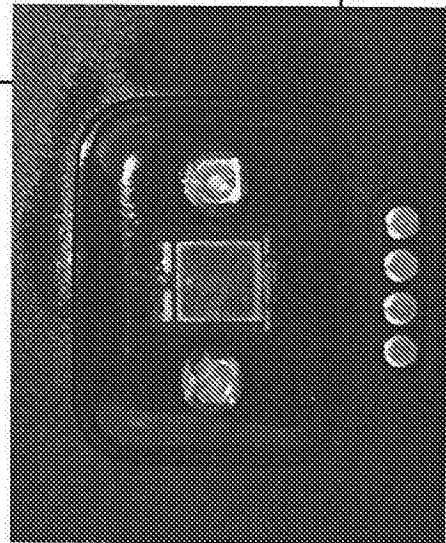
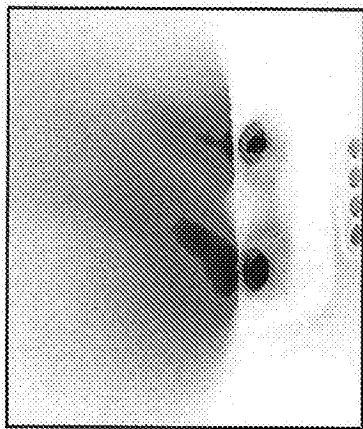


图12

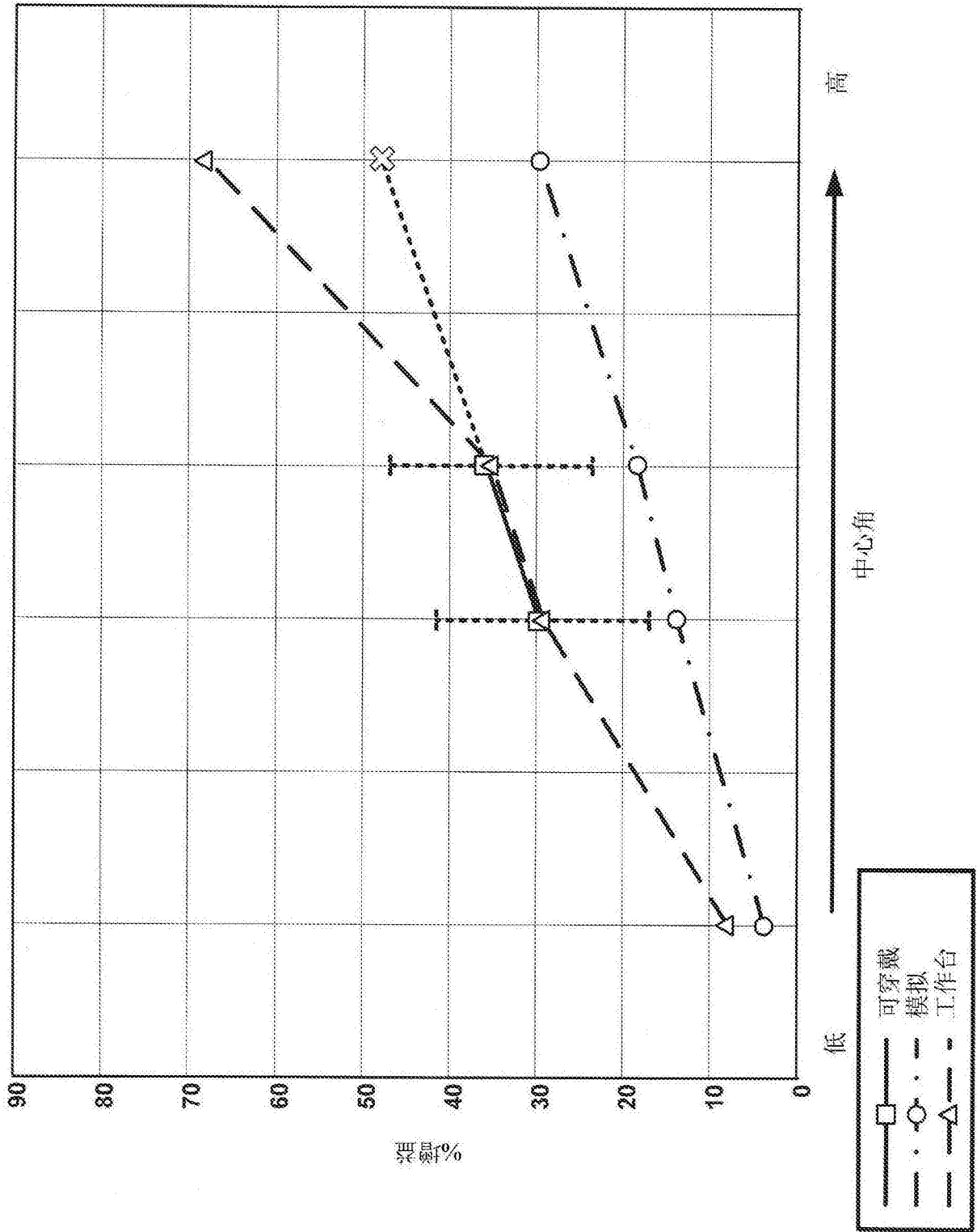


图13

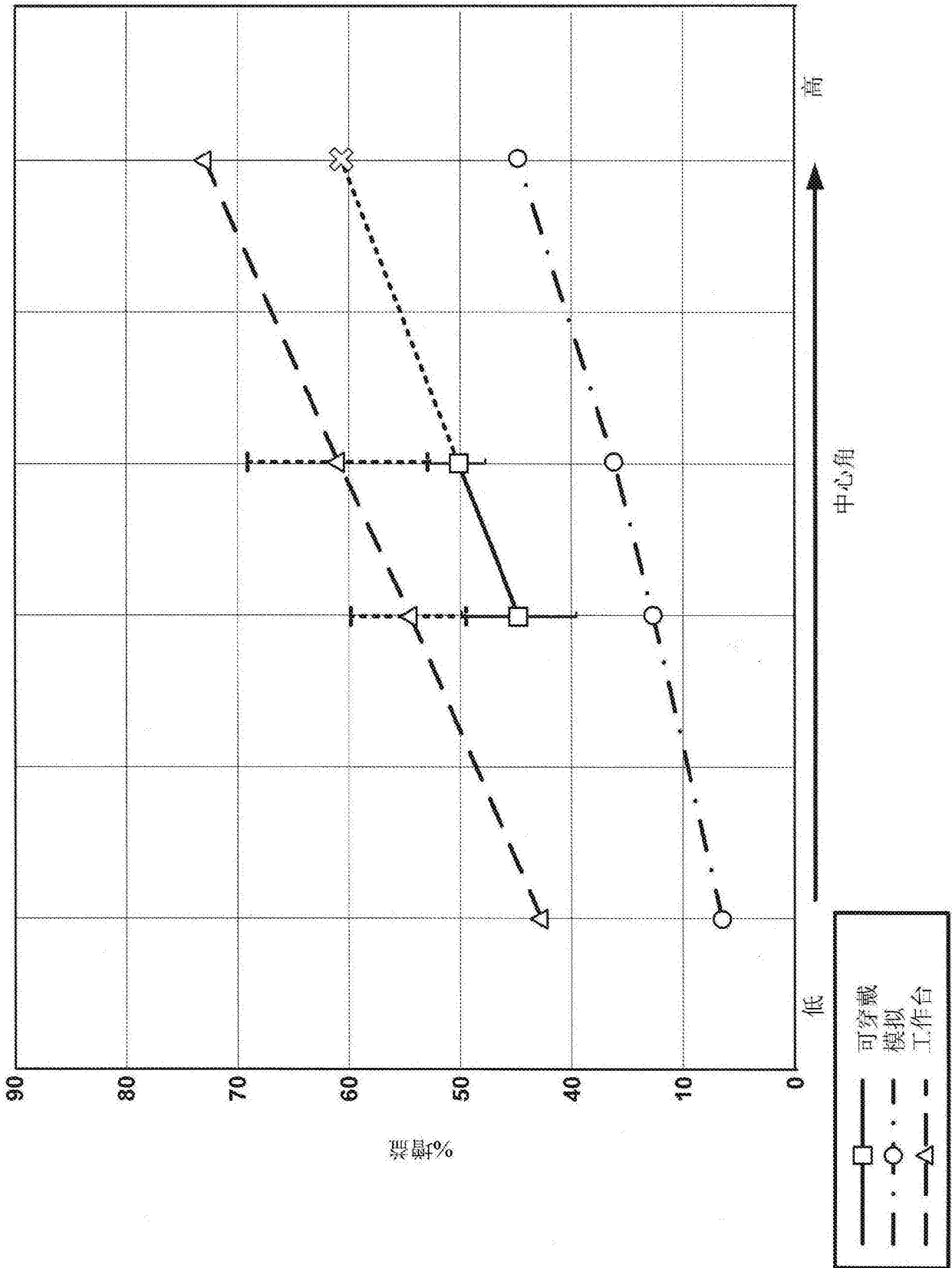


图14