

1. 一种用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备 (30), 所述设备包括探测模块 (70) 和成像模块 (50), 其中:

- 所述探测模块 (70) 包括第一光学系统 (87) 和用于生成探测光束 (82) 的激光源 (80), 所述探测模块 (70) 被配置并设置为使得在使用中所述探测光束 (82) 沿探测轴线 (71) 离开所述设备 (30) 并且撞击在待被处理的所述皮肤的外表面上; 所述第一光学系统 (87) 被配置并设置为在使用中将所述探测光束 (82) 导引至所述皮肤内的探测区 (95);

- 所述成像模块 (50) 包括第二光学系统 (67) 和光学检测器阵列 (60), 所述光学检测器阵列 (60) 沿包括于所述第二光学系统 (67) 的像平面中的检测器轴线 (61) 进行部署, 其中所述第二光学系统 (67) 具有与所述探测轴线 (71) 相交的成像光学轴线 (51),

其特征在于, 所述第二光学系统 (67) 被配置并设置为在使用中在所述光学检测器阵列 (60) 中所包括的多个光检测元件 (65) 上分别形成所述探测区 (95) 内的沿所述探测轴线 (71) 进行分布的多个探测位置的图像, 其中所述多个探测位置位于所述第二光学系统 (67) 的物平面中, 并且其中所述探测轴线 (71) 和所述成像光学轴线 (51) 之间的角度 (111) 等于所述成像光学轴线 (51) 和所述检测器轴线 (61) 之间的角度。

2. 根据权利要求1所述的测量设备, 其中所述检测器轴线 (61) 被包括在一平面中, 所述平面包括所述探测轴线 (71) 和所述成像光学轴线 (51)。

3. 根据权利要求1所述的测量设备, 其中由所述探测轴线 (71) 和所述成像光学轴线 (51) 所夹的所述角度 (111) 处于20至90度的范围之内。

4. 根据权利要求1所述的测量设备, 其中在所述测量设备的操作期间, 由所述探测轴线 (71) 和所述皮肤外表面 (11) 所夹的角度 (112) 处于45至90度的范围之内。

5. 根据权利要求1所述的测量设备, 其中所述检测器轴线 (61) 和所述探测轴线 (71) 互相平行, 或者根据移轴景深光学原理对由所述检测器轴线 (61) 和所述成像光学轴线 (51) 所夹的所述角度进行校正。

6. 根据权利要求1所述的测量设备, 其中所述光学检测器阵列 (60) 包括沿所述检测器轴线 (61) 延伸的Y个光检测元件 (65) 乘以沿垂直于所述检测器轴线 (61) 的另一轴线延伸的X个光检测元件 (65) 的矩阵, Y与X之比大于5比1。

7. 一种用于使用电磁处理辐射进行皮肤处理的非侵入式处理设备 (130), 所述设备包括根据权利要求1至6中任一项所述的测量设备, 所述处理设备进一步包括处理模块 (110), 其中:

- 所述处理模块 (110) 包括用于提供处理辐射束 (22) 的处理辐射源 (20) 以及束成形和导引组件 (137), 所述处理模块 (110) 被配置并设置为使得在使用中所述处理辐射束 (22) 沿处理轴线 (21) 离开所述设备 (130) 并且撞击在待被处理的所述皮肤的外表面上; 所述束成形和导引组件 (137) 被配置并设置为在使用中将所述处理辐射束 (22) 导引至部署在所述探测区 (95) 之内的处理位置 (90)。

8. 根据权利要求7所述的处理设备 (130), 其中所述处理辐射为激光, 并且所述处理模块 (110) 被配置并设置为使得所述处理轴线 (21) 与所述探测轴线 (71) 相符。

9. 一种用于使用生成激光的设备 (30) 对皮肤特性进行非侵入式测量的方法, 所述设备包括探测模块 (70) 和成像模块 (50),

所述方法包括:

-提供探测模块(70),其包括第一光学系统(87)和用于生成探测光束(82)的激光源(80);

-将所述探测模块(70)配置并设置为使得在使用中所述探测光束(82)沿探测轴线(71)离开所述设备(30)并且撞击在待被处理的所述皮肤的外表面上;

-将所述第一光学系统(87)配置并设置为在使用中将所述探测光束(82)导引至所述皮肤内的探测区(95);

-提供成像模块(50),其包括第二光学系统(67)和光学检测器阵列(60),所述光学检测器阵列(60)沿包括于所述第二光学系统(67)的像平面中的检测器轴线(61)进行部署,并且所述第二光学系统(67)具有与所述探测轴线(71)相交的成像光学轴线(51);

其特征在于,所述第二光学系统(67)被配置并设置为在使用中在所述光学检测器阵列(60)中所包括的多个光检测元件(65)上分别形成所述探测区(95)内的沿所述探测轴线(71)进行分布的多个探测位置的图像,其中所述多个探测位置位于所述第二光学系统(67)的物平面中,并且其中所述探测轴线(71)和所述成像光学轴线(51)之间的角度(111)等于所述成像光学轴线(51)和所述检测器轴线(61)之间的角度。

10.根据权利要求9所述的测量方法,其中所述检测器轴线(61)被包括在一平面中,所述平面包括所述探测轴线(71)和所述成像光学轴线(51)。

11.根据权利要求9所述的测量方法,其中所述方法进一步包括:

-对由所述光学检测器阵列(60)所检测的所述图像进行处理(40)以生成一个或多个控制参数;

-应用所述一个或多个控制参数以确定所述探测激光源(80)和/或所述第一光学系统(87)的操作参数。

针对皮肤特性的测量设备和非侵入式处理设备

[0001] 本申请是于国际申请日2014年06月25日提交的、2015年12月24日进入中国国家阶段的、申请号为201480036135.1、发明名称为“针对皮肤特性的测量设备和非侵入式处理设备”的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明总体上涉及使用诸如激光之类的电磁处理辐射对皮肤特性、特别是与皮肤处理相关的特性进行测量。其更具体地涉及用于皮肤处理的非侵入式设备,其中这些测量被进行并用来修改或控制皮肤处理。

背景技术

[0003] 多年来,各种形式的电磁辐射(特别是激光束)已经在皮肤上被用于各种处理,诸如除毛、为了减少皱纹的嫩肤、以及诸如痤疮、日光性角化症、表面瑕疵、疤痕组织、变色、血管损伤、痤疮处理、脂肪团和纹身去除之类的状况的处理。众所周知这些处理中的一些可以被执行以提供治疗效果,但是它们经常全部都被执行以提供非治疗或美容效果。这些处理中的大多数依赖于光热分解(photothermolysis),其中处理辐射以处理位置为目标。例如,为了对皱纹进行处理,通过加热(热分解)破坏真皮层,从而在并不破坏表皮的情况下感应创伤响应。

[0004] 在一些处理中,由电磁辐射所进行的所述加热通过使用可以穿透皮肤直至真皮层那么远的辐射而在真皮层中发生。图1示意性地示出了本领域已知的皮肤处理设备10,其包括辐射源20以及束成形和导引组件27。辐射源20提供适于对人类或动物皮肤进行处理的入射辐射束22。所使用的辐射可以是在皮肤中提供有益效果的任何类型的电磁或热辐射。例如,当使用激光时,皮肤处理设备10可以包括脉冲激光源20,诸如以1064nm和1-1000ps脉冲持续时间进行发射的Nd:YAG激光器。

[0005] 束成形和导引组件27从辐射源20接收辐射束22,并且形成沿处理轴线21离开设备10的具有所期望特性的辐射束22。

[0006] 例如,当使用激光时,这些束成形和导引组件27可以是光学元件,诸如镜、透镜、分束器、棱镜等,其用于导引激光束22沿处理轴线21离开设备,并且用于将光束22在处理轴线21上的处理位置90处聚焦于皮肤之内。

[0007] 在其它示例中,如果使用射频辐射,则这些束成形和导引组件27可以是波导、开孔、反射器等,其用于导引射频束22沿处理轴线21离开设备。

[0008] 皮肤包括具有不同辐射透射和吸收特性的多个层。表皮16由最外层所组成并且形成防水保护屏障。表皮的最外层是角质层,其由于其粗糙度的微观波动性而阻碍了设备10和皮肤之间的辐射(特别是光)的耦合。典型地,在设备10上辐射束离开的地方与皮肤表面上该辐射进入皮肤的地方之间使用辐射耦合器12。这对处理辐射束22到皮肤之中的穿透进行了优化。例如,在激光束22的情况下,可以使用包括透镜、镜、棱镜、折射率匹配的流体或者它们的组合的光学耦合器12。真皮17位于表皮16之下,真皮17是许多皮肤处理所针对的

区域。

[0009] 如果设备10被用来减少皮肤中的皱纹,则处理位置90处于真皮17的胶原蛋白之中,以便在该处理位置形成微观损伤,这导致新的胶原蛋白形成。

[0010] 激光处理设备10利用了皮肤对要聚焦于真皮17中的非常小的焦斑的电磁辐射进行透射的事实。为了最大化这一效应,激光的波长处于800和1100nm之间。在该范围中,透射高而散射和线性吸收低。因此,使用皮肤处理所加以利用的现象—诸如光热分解或激光感应光学击穿(LIOB)—可以轻易、准确(即,非常局部地)且高效地被实现。然而,并不排除使用其它的波长。

[0011] 提供了数量越来越多的这样的非侵入式皮肤处理设备供消费者而不是医疗专业人员所使用。这样的使用主要是出于美容或非治疗的原因。这样的家庭使用带来了新的问题,诸如安全性和处理功效。这在辐射源20是高功率的(例如激光)时特别重要。

[0012] 为了成功且安全的皮肤处理,向处理位置90递送适当量的能量是至关重要的。过多能量的递送导致不期望的副作用,诸如皮肤的结疤或灼伤。过少能量的递送导致低功效的处理。而且,即使在正常环境下,处理结果的再现性也可以在人与人之间甚至在同一人的解剖区域之间变化。这是由于皮肤特性固有的变化性,其严重影响能量递送的效率。

[0013] US 2005/0154382 A1公开了一种手持式皮肤病学设备,用于在用治疗能量进行治疗处理之前、期间或之后将皮肤处理区域可视化。这一已知设备包括用于照射皮肤的处理区域的照射源和图像捕获设备。设备进一步包括用于将辐射导引到图像捕获设备上的光学系统,该辐射响应于照射源的照射而从处理区域放射,图像捕获设备可以形成处理区域的图像。依赖于由照射源生成的光的波长,设备被用于表皮目标的可视化、在皮肤下方高达大约1毫米的深度处的目标的可视化、或者在皮肤表面之下高达大约3毫米的更深目标的可视化。照射源的光学轴线以及图像捕获设备和光学系统的共同光学轴线相互夹成角度。在使用期间,这些光学轴线具有相对于皮肤表面的偏斜定向。

[0014] 因此需要不仅有效而且递送可再现结果的辐射皮肤处理设备。

发明内容

[0015] 本发明的目的是提供测量与皮肤处理相关的皮肤特性的非侵入式测量设备和方法。

[0016] 根据本发明,该目的借助于用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备而实现,设备包括探测模块和成像模块,其中:

[0017] -探测模块包括第一光学系统和用于生成探测光束的激光源,探测模块被配置并设置为使得在使用中,探测光束沿探测轴线离开设备并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上;第一光学系统被配置并设置为在使用中将探测光束导引至皮肤内的探测区;

[0018] -成像模块,其包括第二光学系统和光学检测器阵列,光学检测器阵列沿包括于第二光学系统的像平面中的检测器轴线进行部署,其中第二光学系统具有与探测轴线相交的成像光学轴线,

[0019] 非侵入式测量设备的特征在于,第二光学系统被配置并设置为在使用中在光学检测器阵列中所包括的多个光检测元件上分别形成探测区内的沿探测轴线进行分布的多个探测位置的图像,其中所述多个探测位置位于第二光学系统的物平面中,并且其中探测轴

线和成像光学轴线之间的角度等于成像光学轴线和检测器轴线之间的角度。

[0020] 本发明的目的还通过提供用于使用生成激光的设备对皮肤特性进行非侵入式测量的方法而实现,设备包括探测模块和成像模块,

[0021] 方法包括:

[0022] -提供探测模块,其包括第一光学系统和用于生成探测光束的激光源;

[0023] -将探测模块配置并设置为使得在使用中,探测光束沿探测轴线离开设备并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上;

[0024] -将第一光学系统配置并设置为在使用中将探测光束导引至皮肤内的探测区;

[0025] -提供成像模块,其包括第二光学系统和光学检测器阵列,光学检测器阵列沿包括于第二光学系统的像平面中的检测器轴线进行部署,并且第二光学系统具有与探测轴线相交的成像光学轴线;

[0026] 用于非侵入式测量的方法的特征在于,将第二光学系统配置并设置为在使用中在光学检测器阵列中所包括的多个光检测元件上分别形成探测区内的沿探测轴线进行分布的多个探测位置的图像,其中所述多个探测位置位于第二光学系统的物平面中,并且其中探测轴线和成像光学轴线之间的角度等于成像光学轴线和检测器轴线之间的角度。

[0027] 本发明所基于的洞察在于,本领域已知的皮肤测量设备受到固有限制,原因在于它们在处理辐射的应用期间仅对处理位置处的皮肤的具体参数进行测量。本发明提供了沿探测轴线进入皮肤的探测光束。探测光束是与处理辐射束分离的辐射束(其可以在测量之前、期间或之后使用),使得探测光束的特点可以在测量之前预先确定。探测模块因此可以针对测量进行优化。

[0028] 第二洞察在于,虽然处理位置的特性是重要的,但是处理辐射束通过在皮肤的外层和处理位置之间的皮肤,并且被导引至处理位置的能量将会扩散到周围组织。因此,本发明提供了更为可靠的皮肤测量系统,因为其测量在探测区内的沿探测轴线的多个位置。由于处理位置(或者将在测量之后)被包括在该探测区内,所以本发明测量沿探测轴线的处理位置以及周围点处的皮肤特性。诸如US 2005/0154382、US 2007/0252997和US 2010/0130969中所描述的已知测量设备未对沿探测轴线的多个点进行成像。

[0029] 第三洞察在于,当成像模块对多个位置进行成像时,提供了更为可靠的测量。诸如US 2008/0215038中所描述的设备之类的许多本领域已知的测量设备简单地对皮肤的顶部表面形成图像,并且尝试从该图像解译皮肤特性。由于本发明包括成像模块和探测模块,所以探测轴线和成像光学轴线之间的角度被预先确定,并且探测轴线和皮肤外层之间的角度也被预先确定。第二光学系统被配置为并设置为使得多个点处于第二光学系统的物平面之中,并且使得光学检测器阵列被部署在第二光学系统的像平面之中。这意味着分别使用检测器阵列中所包括的多个光检测元件同时对多个点进行成像。

[0030] 换句话说,测量设备通过在处理期间或者在处理之前或者在处理之后进行测量而提供了包括多个点—这些是皮肤中与处理相关的位置—的探测轴线的分段的光学深度分布。所测量的皮肤参数然后可以被用来设置或修改处理参数,或者指示不需要进一步处理。

[0031] 因此,该测量设备和方法是快速、准确的,并且可以提供与辐射处理的优化相关的适当皮肤生理信息。

[0032] 可以有利的,进一步配置测量设备而使得检测器轴线被包括在其包括探测轴线

和成像光学轴线的平面之中。这可以导致光学检测器阵列上的图像的像差更少,从而减少校正图像以便对检测器轴线并未处于相同平面中进行补偿的需求。

[0033] 还可以有利的是,配置并设置测量设备而使得探测轴线和成像光学轴线所夹的角度处于20至90度的范围之内。使用成像模块意味着测量设备内的每个组件的位置具有客观的灵活度,从而允许设备尺寸得以被最小化或者被限定为使得操作更为简单。这在测量设备由消费者使用时是特别有利的。

[0034] 还可以有利的是,配置并设置测量设备而使得在测量设备的操作期间,探测轴线和皮肤外表面所夹的角度处于45至90度的范围之内。为了能够在多个点进行测量,探测光束必须穿透皮肤到达处理位置的期望定位,从而大于45度的角度是优选的。多个探测位置的图像可能受每个探测位置与皮肤外表面之间的距离和组织类型所影响。因此,优选对成像光学轴线进行部署而使得皮肤外表面和每个探测位置之间的距离尽可能相似。

[0035] 可能甚至更为有利的是,配置并设置测量设备而使得检测器轴线和探测轴线互相平行。这可以通过预先定义第二光学系统的透镜平面以便于平行于探测轴线而实现。虽然光学检测器阵列可以从该平行位置倾斜从而补偿从透镜平面的平行的任何偏离,但是平行检测器轴线配置预期提供最简单且最快速的测量系统。

[0036] 可以有利的是,测量方法进一步包括:

[0037] -对由光学检测器阵列所检测的图像进行处理以生成一个或多个控制参数;

[0038] -应用一个或多个控制参数以确定探测激光源和/或第一光学系统的操作参数。

[0039] 这使得设备所测量的皮肤特性可能立即被用来改善或修改测量。例如,如果平均强度过低,则探测激光源的操作参数可以被调适从而提供更多能量。

[0040] 本发明的目的还通过提供用于使用电磁处理辐射进行皮肤处理的非侵入式处理设备而实现,设备包括根据本发明的测量设备,并且处理设备进一步包括处理模块,其中:

[0041] -处理模块包括用于提供处理辐射束的处理辐射源以及束成形和导引组件,处理模块被配置并设置为使得在使用中处理辐射束沿处理轴线离开设备并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上;束成形和导引组件被配置并设置为在使用中将辐射处理束导引至部署在探测区之内的处理位置。

[0042] 根据本发明的测量方法可以用在使用电磁处理辐射进行非侵入式皮肤处理的方法中,处理方法进一步包括:

[0043] -提供处理模块,该处理模块包括用于提供处理辐射束的处理辐射源以及束成形和导引组件;

[0044] -配置并设置处理模块而使得在使用中处理辐射束沿处理轴线离开设备并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上;

[0045] -配置并设置束成形和导引组件以在使用中将处理辐射束导引至部署在探测区之内的处理位置。

[0046] 通过将处理模块包括到测量设备之中,提供了处理设备。探测轴线和处理轴线的角度可以被预先确定,因此使得处理位置能够处于探测区内的期望位置。这提高了测量的可再现性,因为探测区和处理位置之间的位置差异受到了限制。

[0047] 可以有利的是,处理方法进一步包括:

[0048] -对由光学检测器阵列强度所检测的图像进行处理以生成一个或多个控制参数;

[0049] -应用一个或多个控制参数以确定处理辐射源和/或束成形和导引组件的操作参数。

[0050] 由此,由设备所测量的皮肤特性可以立即被用来改善或修改处理。例如,如果皮肤特性指示并未检测到胶原蛋白的存在,则可以改变处理位置的定位。

[0051] 如果处理辐射为激光,则可以特别有利的是,以使得处理轴线与探测轴线相符的方式对如所描述的处理模块进行配置和设置。这进一步改善了可再现性,原因在于处理位置更可能被部署在探测区之中。

附图说明

[0052] 图1用图解法示出了本领域已知的对皮肤进行处理的过程中的非侵入式辐射处理设备;

[0053] 图2示出了用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备的第一实施例30,其包括探测模块70和成像模块50;

[0054] 图3描绘了适当的光学检测器阵列的三个示例60、160、260;

[0055] 图4描绘了用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备的第二实施例130,其包括探测模块70、成像模块50和处理模块110;

[0056] 图5A和5B分别示意性地示出了第一实施例30和第二实施例130的不同组件之间的可能控制连接;和

[0057] 图6A至6D示意性图示了分别针对第一30和第二130实施例、第三实施例230、第四实施例330和第五实施例430的探测轴线71、成像光学轴线51和皮肤外表面轴线11之间的相对角度。

[0058] 应当注意的是,不同图中具有相同附图标记的项具有相同的结构特征和相同的功能,或者是相同的信号。当这样的项的功能和/或结构已经进行过解释时,就不必在具体实施方式中对其进行重复解释。

具体实施方式

[0059] 图2图示了本发明的第一实施例30。其描绘了用于使用激光进行皮肤特性的测量的非侵入式测量设备30。该测量设备包括具有固定的相对部署的探测模块70和成像模块50。

[0060] 探测模块包括激光源80和第一光学系统87,后者用于从源80接收激光并且将激光束82导引至测量设备30中的开孔。探测模块70被配置并设置为使得在使用中,探测光束82沿探测轴线71离开设备30并且撞击在处理的皮肤的外表面上。第一光学系统87被配置为且设置为在使用中将探测光束82导引至皮肤内的探测区95。

[0061] 探测激光源80被选择为提供穿透皮肤至充分深度的激光,其具有根据辐射处理期间皮肤的探测区95中所预期的预计生理改变的适当特性,并且方法被选择以测量相关的皮肤特性。

[0062] 设备30还可以包括光学耦合器12以优化针对处理位置90的能量递送。可以使用诸如本领域已知的那些的任意适当光学耦合器12。

[0063] 成像模块50包括第二光学系统67和光学检测器阵列60,光学检测器阵列60沿第二

光学系统67的成像平面中所包括的检测器轴线61进行部署。第二光学系统67被配置并设置为使得在使用中在光学检测器阵列60中所包括的多个光学检测器上分别获得沿探测区95内的探测轴线71进行分布的多个探测位置的图像。由于设备30内的探测70和成像模块50的固定相对部署,光学系统67的成像光学轴线51在探测区95内与探测轴线75相交。

[0064] 如图3中所描绘的,光学检测器阵列60、160、260可以是个体光传感器65的线性阵列——换句话说,多个光传感器沿纵向轴线以相距彼此的相等距离进行部署。典型地,光学检测器阵列60、160、260所收集的光经由电路而被转换为电信号,电路可以被构建到阵列基板之中。多个探测位置中的每一个都被成像到检测器阵列上、被成像到一个或多个光学检测器上。

[0065] 由于成像模块50对沿探测轴线71的多个探测位置进行成像,所以检测器阵列60需要为矩形——也就是说,阵列60的纵向轴线沿检测器轴线61进行部署。换句话说,如果检测器在使用期间包括沿检测器轴线61延伸的方向上的Y个光检测元件65乘以沿垂直于检测器轴线61的另一轴线延伸的方向上的X个光检测元件65的矩阵,则Y将大于X。Y是检测器阵列60的纵向轴线的方向。

[0066] 在图3中所描绘的第一示例60中,X为1且Y为14。这使得其适于测量沿探测轴线71的14个探测位置。这例如可以是线性CCD检测器。

[0067] 在图3的第二示例160中,X为3且Y为14。这同样使得其适于测量沿探测轴线71的14个探测位置。在那种情况下,仅考虑来自检测器阵列160的中心列(在Y方向上延伸)的信号,或者以某一方式(诸如平均)将来自每一行(在X方向上延伸)的信号进行组合。类似地,Y方向上的光传感器65也可以以一些方式进行组合,例如以便测量沿探测轴线71的7个探测位置。如果Y方向中使用多个光传感器65,则可以获得有关处理分布的明显增加的空间信息,例如损伤宽度,并且实现了激光处理功效提高的更大灵活度。

[0068] 在图3的第三示例260中,使用在X和Y方向两者上进行延伸的大量光传感器65形成线性阵列,诸如CCD阵列,但是不需要的光传感器覆盖有掩模63。可替换地,当对信号进行处理时,不需要的来自光传感器65的电信号可以简单地被忽略,或者可以不使用这些信号。

[0069] 光检测元件的Y与X之比优选地大于或等于5比1。

[0070] 多个检测器是本领域已知的,诸如在公开的美国专利6,413,257中的。该专利公开了使用多个检测器在处理期间监视皮肤组织的能量特点。部署两个至四个红外检测器而使得它们测量从处理位置所发射的漫射辐射的径向依赖性。处理辐射以90度进入皮肤,并且检测器以距皮肤的进入点不同的距离进行部署。然而,所部署的检测器是简单的红外强度检测器——并不形成处理位置的图像。

[0071] 通过附加地向其提供诸如波长滤波器之类的光学组件和/或通过对来自光学检测器阵列60的信号进行适当处理40,成像模块50于是可以进一步被配置为检测来自皮肤的所期望光学信号。所要求的配置取决于要针对所测量皮肤特性而使用的处理的类型、以及处理位置90在皮肤中的定位。

[0072] 示例1:光学信号是二次谐波生成(SHG)信号,其可以指示胶原蛋白的存在。探测激光源80于是可以以700至2200nm范围内的波长形成脉冲(飞秒至纳秒的范围)。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤特性,也就是胶原蛋白的变性状态、真皮17的深度和表皮16的厚度。

[0073] 示例2:光学信号是1光子和2光子激发的自发荧光,其可以指示角质层(也就是角蛋白和脂类)、表皮细胞、NAD(P)H、胶原蛋白、弹性蛋白、毛发的存在。用于1光子激发的探测激光源80可以是以300至500nm范围内的波长进行操作的连续波激光源,或者针对2光子激发,其可以以600至1000nm范围内的波长进行操作而形成脉冲(飞秒至纳秒的范围)。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤特性,也就是角质层厚度、表皮16的厚度、真皮17的深度、毛发厚度、毛发深度、黑色素浓度、基底层深度和黑素细胞深度。

[0074] 示例3:光学信号是瑞利散射(Rayleigh-scattering),其可以指示散射中心的存在。探测激光源80于是可以是以350至1100nm范围内的波长进行操作的连续波或脉冲激光源。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤特性,也就是黑素细胞深度、基底层深度、表皮16的厚度和组织凝固状态。

[0075] 示例4:光学信号是拉曼散射(Raman-scattering),其可以指示脂类、水或胶原蛋白的存在。探测激光源80于是可以是以350至1100nm范围内的波长进行操作的连续波或脉冲纳秒范围的激光源。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤特性,也就是角质层厚度、水浓度和胶原蛋白的变性状态。

[0076] 示例5:光学信号是第二或第三谐波生成信号,其可以指示组织界面或膜的存在。探测激光源80于是可以以1050至3300nm范围内的波长形成脉冲(飞秒至纳秒的范围)。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤属性,也就是角质层厚度、表皮16的厚度和真皮17的深度。

[0077] 示例6:光学信号是红外热辐射,其可以指示发热组织的存在。探测激光源80于是可以是以350至1100nm范围内的波长进行操作的连续波或脉冲激光源。所测量的光学信号将依赖于相关皮肤特性,也就是温度。

[0078] 技术人员将能够对测量设备30进行配置以执行所需要的测量。这可以使用仿真计算或者基于反复试验来完成。

[0079] 技术人员还将会意识到,测量设备可以包括多个探测70和成像模块50,每一个被配置为执行一种或多种光学特性的测量。每个模块还可以被配置为通过使用以可变波长进行操作的激光源80和/或敏感于可选择波长的光学检测器阵列60而执行不同测量。

[0080] 在图2中,设备被配置为使得探测轴线71与符合皮肤外层11的轴线形成大约45度的角度112。设备进一步被配置为使得成像光学轴线51与探测轴线71形成大约90度的角度111。该配置可以导致测量中的像差量有所减少,因为皮肤外表面和探测位置之间的距离是相似数量级的。此外,探测轴线71和成像光学轴线51之间大约90度的角度意味着第二光学系统67的透镜平面大致平行于探测轴线71——换句话说,沿探测轴线71的多个探测位置位于物平面之中,并且光学检测器阵列位于第二光学系统67的像平面之中。

[0081] 测量设备可以进一步包括处理器40,其用于对来自光学检测器阵列60的信号进行处理从而确定所要求的皮肤特性。如图5A中所描绘的,处理器40还可以电连接至第二光学系统67的可调节组件从而优化成像。

[0082] 处理器40还可以电连接至探测激光源80和/或第一光学系统87的可调节组件。这可以被用来例如通过调节探测激光强度、脉冲速率、焦点以及探测轴线71的位置而优化探测模块70。

[0083] 本发明所测量的皮肤特性可以被用来确定使用电磁辐射的后续处理的参数,或者用来指示当前进行的处理应当有所修改或者甚至被停止,或者用来指示不需要进一步的处

理。测量设备可以进一步包括诸如绿色和红色led或可听警告之类的指示系统以使得这些结果被用户所知。

[0084] 在另一示例中,测量设备和方法可以被用来表征身体区域内的皮肤。这些测量可以被转换为具体位置的图,或者以某一方式(诸如平均)进行组合以确定针对整个区域的皮肤特性的单一集合。然后可以使得结果被用户所知,或者以某一方式被提供至后续的处理设备。

[0085] 在处理之后,表征可以被重复以监视处理进程,并且防止过度处理。

[0086] 本发明还可以被用来针对多个身体区域和许多个体创建查找表,使得可以针对不同处理设备提供典型的处理设置。

[0087] 对于一些处理而言,可以可能在处理之前、期间或之后或者它们的某一组合测量皮肤特性。

[0088] 如图4中所描绘的,处理模块110也可以被包括在图2和3的测量设备之中。这也可以被描述为处理设备130包括测量设备30。探测模块70和成像模块50与关于图2和3所描述的相同。

[0089] 处理模块110的功能类似于图1中所描绘的处理设备10的功能。

[0090] 在图4中,处理模块110包括用于提供处理辐射束22的处理辐射源20以及束成形和导引组件137,处理模块110被配置并设置为使得在使用中处理辐射束22沿处理轴线21通过开孔130离开设备并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上;束成形和导引组件137被配置并设置为在使用中将辐射处理束22导引至部署于探测区95内的处理位置90。

[0091] 例如当使用基于射频的处理时,可能难以将处理位置90保持在探测区95之内。为了改善探测点沿探测轴线71的分辨率,对于成像模块50而言,进一步包括部署在第二光学系统67的共轭面的共焦狭缝以最小化失焦信号可能是有利的。

[0092] 处理轴线21可以被设置为接近且平行于探测轴线71进行部署。这在处理模块110被配置为造成组织消融的情况下会是有利的,并且探测轴线71和处理轴线21的分离被设置为使得待被成像的探测位置并不被消融,而仅是被处理辐射所加热。

[0093] 图4进一步描绘了用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备的第二实施例130,其包括激光束探测模块70、成像模块50和激光束处理模块110。处理模块110包括用于提供处理光束22的处理激光辐射源20以及第三光学系统137,处理模块110被配置并设置为使得在使用中处理光束22沿处理轴线21通过开孔130离开设备130并且撞击在待被处理的皮肤的外表面上,并且光学系统137被配置并设置为在使用中将处理光束22导引至部署于探测区95内的处理位置90。

[0094] 光学系统137中发现的光学元件131、132可以包括用于汇聚和/或发散光束21的一个或多个透镜、以及用于将光束偏转在所期望的方向上的一个或多个镜131。光学元件的确切位置和/或定位可以使用本领域已知的技术进行调节,从而对光束22的位置和质量进行调适,而使得光束聚焦于处理位置90。可以通过调节透镜中的一个或多个透镜的位置和/或旋转镜中的一个或多个镜而提供焦点控制。

[0095] 透镜和镜131的数量和位置由组件在第三光学系统137内的部署以及技术人员所希望提供的期望调节程度所确定。

[0096] 例如,处理激光源20可以是1064nm处的脉冲Nd:YAG激光,其在激光处理束22中具

有充分的脉冲能量以加热处理位置90并且造成例如光凝固的热破坏。

[0097] 探测激光束82可以被配置为具有充分的峰值强度以在真皮17中的胶原蛋白中感应SHG。从Tian,L.、H.Wei等人(2011)的“Backward emission angle of microscopic second-harmonic generation from crystallized type I collagen fiber.”,Journal of Biomedical Optics 16(7):075001-075001中所知,胶原蛋白类型I中的SHG辐射图案的特征在于向前和向后两者传播的光、以及非轴向的旁瓣。估计连同皮肤组织的各向异性性质一起,这可以允许大量的SHG信号以垂直于处理轴线21的方向通过组织进行传播。

[0098] 为了针对SHG信号的最优敏感度,成像模块的光学系统67和光学检测器阵列可以被配置为分别具有最大频谱透射和效率。典型地,这通过使用适当的频谱滤波器所实现,诸如具有中心处于探测激光源80的半波长周围的窄带宽的频谱滤波器。在该示例中,SHG信号的波长对于1064nm的激光源而言为532nm。从SHG深度分布所获得的信息包括真皮17的深度、表皮16的厚度、以及胶原蛋白的变性状态。

[0099] 处理模块110可以被配置并设置为沿探测轴线71提供处理轴线21。这样的设置可以是有利的,因为正被成像的探测位置与正被处理的区域相符,并且这样的设置被预期为给出更为准确的测量结果以优化处理。

[0100] 如果处理辐射束22是激光,则如图4中所描绘的,第三光学系统137可以被配置并设置为对处理激光束22和探测光束82两者进行导引。然而,技术人员将会意识到,探测模块70和处理模块110所执行的功能可以以完全分立的硬件来实施,仅有的要求在于处理110和探测70模块具有固定的相对部署——换句话说,处理轴线21、探测轴线71、处理位置90和探测区95之间的关系必须是已知的,从而所进行的测量可以涉及到皮肤处理。处理110和探测70模块所实施的方式主要取决于用于处理束21的辐射的类型。

[0101] 处理设备130可以进一步包括用于对来自光学检测器阵列60的信号进行处理以确定所需皮肤特性的处理器40。如图5B中所描绘的,处理器40还可以电连接至第二光学系统67的可调节组件以优化成像。

[0102] 处理器40还可以电连接至探测激光源80和/或第一光学系统87的可调节组件。这可以被用来例如通过调节探测激光强度、脉冲速率、焦点以及探测轴线71的位置而优化探测模块70。

[0103] 处理器40还可以电连接至处理辐射源80和/或第三光学系统87的可调节组件。这可以被用来例如通过调节处理辐射影响、脉冲持续时间、脉冲速率、焦点以及处理位置90的定位而优化处理模块110。

[0104] 在处理模块110中所实施的处理参数可以基于处理所期望的性质和水平,并且基于通过本发明的方式的皮肤特性的测量。可以使用的皮肤特性包括:

[0105] (1) 皮肤成分层的深度(真皮层深度、黑素细胞层深度、基底细胞层深度);

[0106] (2) 皮肤成分厚度(角质层厚度、表皮厚度、毛发厚度);

[0107] (3) 皮肤成分浓度深度分布(黑色素浓度分布、水浓度分布);

[0108] (4) 皮肤成分变性深度分布(胶原蛋白变性状态);

[0109] (5) 组织凝固深度分布,和;

[0110] (6) 温度深度分布。

[0111] 当处理辐射为激光时,处理设备可以进一步包括皮肤光学耦合器12,其被配置为

将处理激光束22、探测激光束82两者以及成像模块光学系统67光学耦合至皮肤。耦合器12可以包括具有至少三个平面侧面的至少一个光学元件,第一侧面面向处理束22,第二侧面面向探测束82,并且第三侧面面向成像模块光学系统67。

[0112] 耦合器12的一侧与皮肤的外表面直接接触,从而耦合凝胶是优选的。为了最小化光学耦合器12和皮肤之间的折射率不匹配,光学耦合器12可以由具有1.36至1.46范围内的折射率的材料所制成。

[0113] 技术人员可能希望对皮肤外层轴线11和探测轴线71之间的角度112进行调适。可能有利的是,对测量设备30、130、230、330、430进行配置和设置而使得这一角度112处于45度直至包括90度的范围之内。通过改变该角度112,探测光束82进入皮肤之中的穿透深度可以被调节。

[0114] 图6A至6D分别针对第一30和第二130实施例、第三实施例230、第四实施例330和第五实施例430示意性图示了探测轴线71、成像光学轴线51和皮肤外表面轴线11之间的相对角度。

[0115] 图6A被包括而使得不同实施例的角度111、112可以被轻易比较。所描绘的角度与图2和4中的相同——探测轴线71和成像光学轴线51之间的角度111大约为90度,并且探测轴线71和皮肤外层轴线11之间的角度112大约为45度。

[0116] 图6B图示了第三实施例230,其中探测轴线71和成像光学轴线51之间的角度111大约为45度,并且探测轴线71和皮肤外层轴线11之间的角度112大约为45度。虽然光学检测器阵列60上的图像可能具有比图6A的配置更多的像差,但是设备230可以更为紧凑。此外,处理器40可以被配置为针对像差进行校正。由于成像光学轴线51不再垂直于探测轴线71,所以成像光学系统67中的一个或多个透镜平面将不平行于探测轴线71。为了确保检测器60处于像平面之中,检测器轴线61通常将需要与成像光学轴线51以等于角度111的角度进行设置,在这种情况下该角度大约为45度。对于检测器轴线61的该校正根据移轴景深光学原理(Scheimpflug principle)进行计算。

[0117] 图6C图示了第四实施例330,其中探测轴线71和成像光学轴线51之间的角度111大约为20度,并且探测轴线71和皮肤外层轴线11之间的角度112大约为45度。类似于第三实施例230,处理器40可以被配置为针对附加像差进行校正,并且检测器轴线必须被校正,在这种情况下也被校正为关于成像光学轴线51的20度的角度。

[0118] 图6D图示了第五实施例430,其中角度与第四实施例330中所指示的那些相同,但是使用附加镜来减少设备430的高度(高度被定义为垂直于外皮肤轴线的方向上的尺寸),并且增大设备430的长度(长度被定义为外皮肤轴线11的方向上的尺寸)。

[0119] 概言之,本发明提供了用于使用激光测量皮肤特性的非侵入式测量设备30和方法,设备包括探测模块70和成像模块50。本发明还提供了包括该测量设备/方法的非侵入式处理设备130、230、330、430。探测模块70提供探测光束82,探测光束82沿探测轴线71进入皮肤。探测光束82与任何处理辐射束22分离,从而探测光束82可以针对测量进行优化。提供了更为可靠的皮肤测量系统,因为其测量在探测区95内的沿探测轴线71的多个位置。由于处理位置90包括在或将包括在该探测区95内,所以本发明沿探测轴线71测量处理位置90和周围的点处的皮肤特性。成像模块50被配置并设置为使得多个点被成像在光学检测器阵列60上,从而所有的点同时被测量。换句话说,测量设备30、130、230、330、430对探测轴线71中包

括多个点的分段的光学深度分布进行测量。所测量的皮肤参数然后可以被用来设置或修改处理参数,或者被用来指示不需要进一步的处理。

[0120] 测量设备和方法还可以包括处理模块110或处理步骤。所测量的皮肤参数然后可以被直接用来控制处理参数。这提供了不仅有效且递送可再现结果的皮肤处理设备10。

[0121] 应当注意的是,以上所提到的实施例对本发明进行说明而非限制,并且本领域技术人员将能够设计出许多可替换实施例。

[0122] 在权利要求中,置于括号之间的任何附图标记都不应当被解释为对权利要求进行限制。动词“包括”及其词形变化的使用并不排除存在权利要求中所提到的那些以外的元素或步骤。元素之前的冠词“一个”(“a”或“an”)并不排除存在多个这样的元素。本发明可以借助于包括若干不同元件的硬件、以及借助于适当编程的计算机来实施。

[0123] 词语“模块”并不应当被解释为意指能够在设备中加以区别的功能和硬件。其被用来指示设备所包括的功能,并且实际上,不同的“模块”可以部分或完全使用相同的硬件和光学组件。

[0124] 在枚举出若干组件的设备权利要求中,这些组件中的若干组件可以通过同一个硬件项来体现。仅凭某些措施被记载在互相不同的从属权利要求中的事实并非表示这些措施的组合不能被有利地使用。

[0125] 附图标记概览

[0126]	10	(皮肤)处理设备
[0127]	110	(皮肤)处理模块
[0128]	11	皮肤外表面轴线
[0129]	12	辐射耦合器,例如光学耦合器
[0130]	16	皮肤的表皮层
[0131]	17	皮肤的真皮层
[0132]	20	处理辐射源,例如激光或射频源
[0133]	21	处理轴线
[0134]	22	处理辐射束,例如激光或射频束
[0135]	27	处理束成形和导引组件,例如波导或光学组件
[0136]	30	皮肤测量设备,第一实施例
[0137]	40	处理单元
[0138]	50	成像模块
[0139]	51	成像光学轴线
[0140]	60	光学检测器阵列
[0141]	61	检测器轴线
[0142]	63	检测器掩模
[0143]	65	光检测元件
[0144]	67	成像光学系统,第二光学系统
[0145]	70	探测模块
[0146]	71	探测轴线
[0147]	80	探测激光源

[0148]	82	探测激光束
[0149]	87	探测光学系统,第一光学系统
[0150]	90	处理位置,例如激光的焦点
[0151]	95	探测区
[0152]	111	成像光学轴线(51)和探测轴线(71)之间的角度
[0153]	112	探测轴线(71)和皮肤外表面之间的角度
[0154]	130	皮肤处理设备,第二实施例(包括处理、探测和成像)
[0155]	131	导引光学元件
[0156]	132	分束光学元件
[0157]	137	处理和探测光学系统,第三光学系统
[0158]	160	光学检测器阵列,第二实施例
[0159]	230	皮肤处理设备,第三实施例(包括处理、探测和成像)
[0160]	260	光学检测器阵列,第三实施例
[0161]	330	皮肤处理设备,第四实施例(包括处理、探测和成像)
[0162]	430	皮肤处理设备,第五实施例(包括处理、探测和成像)。

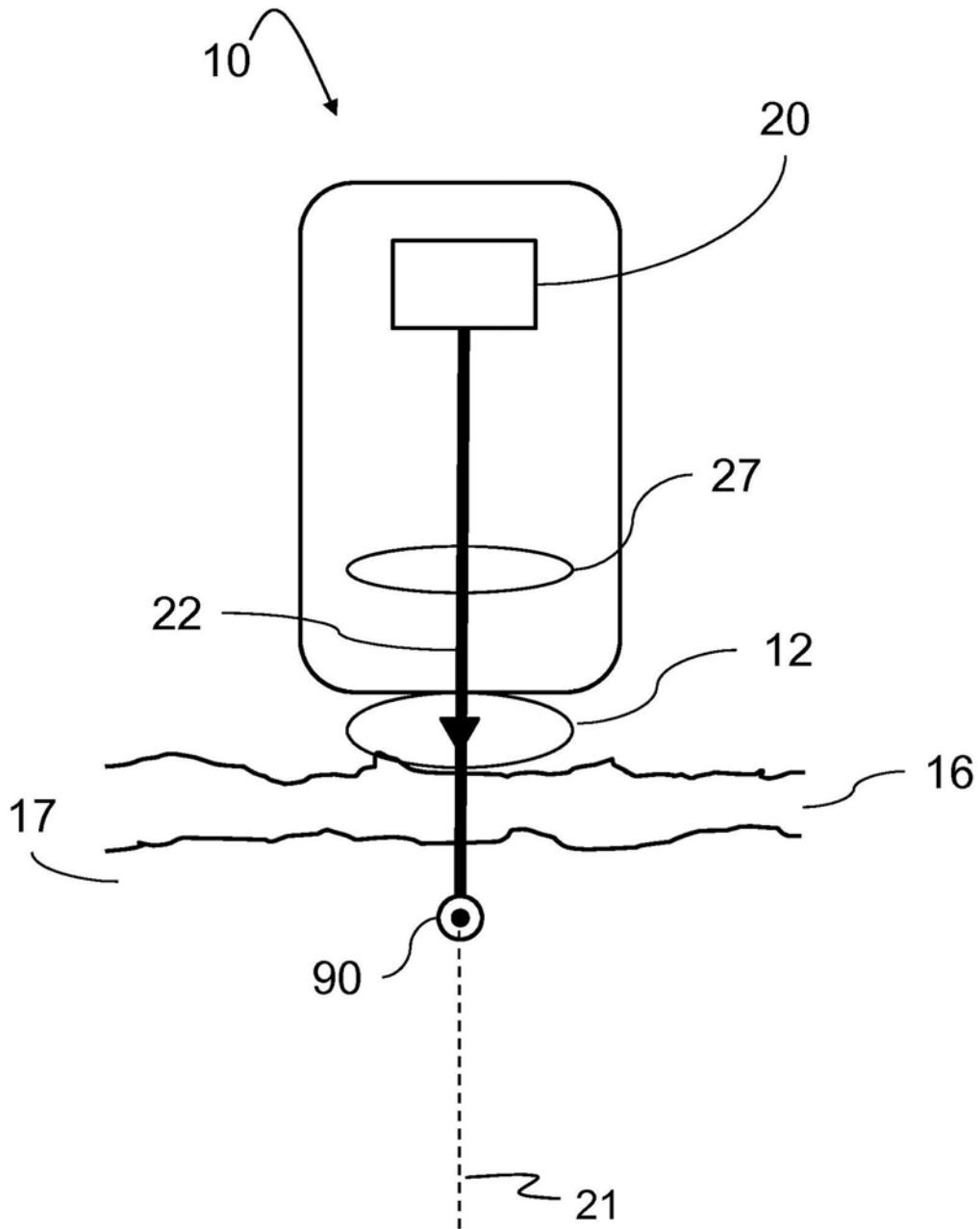


图1

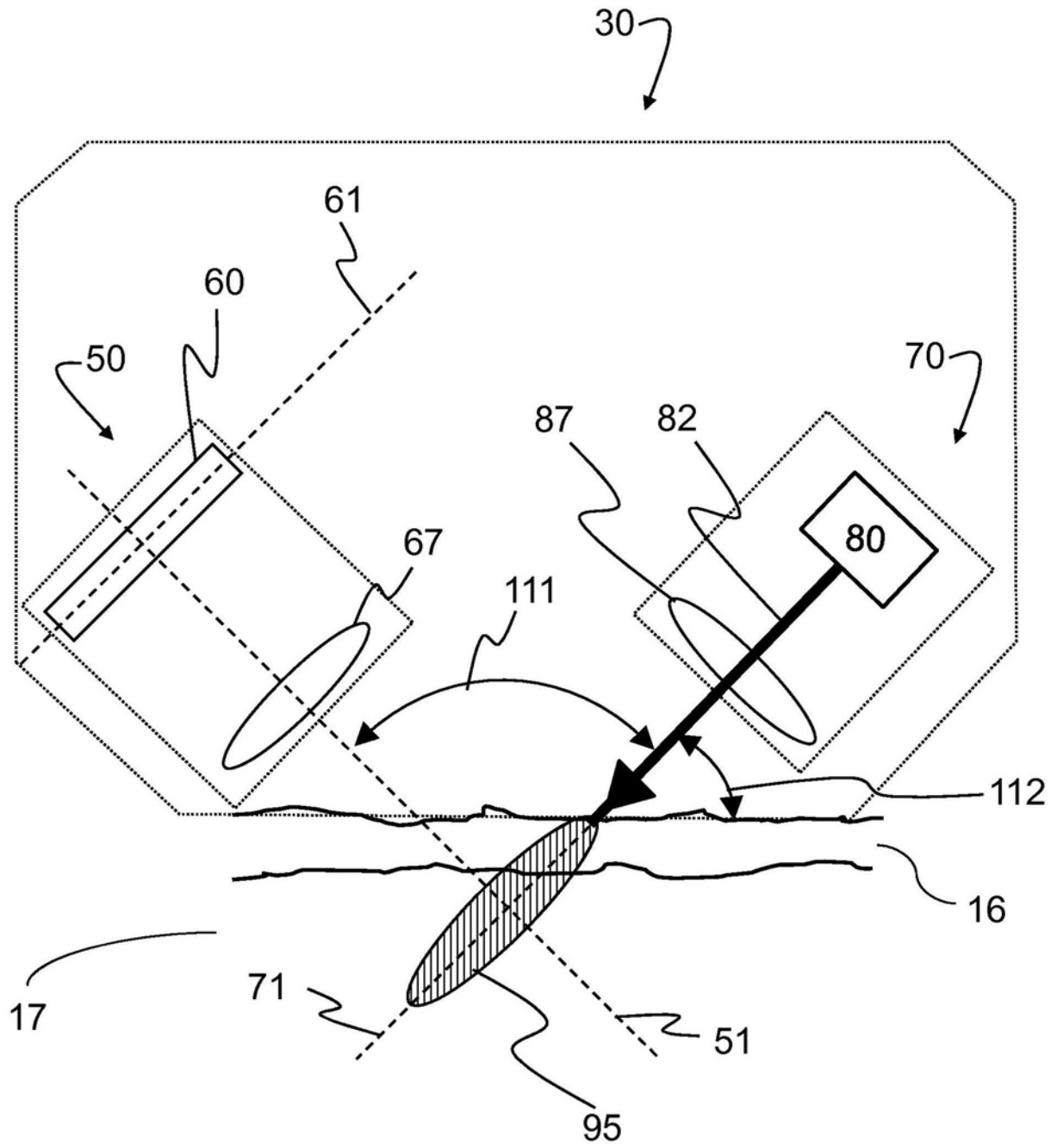


图2

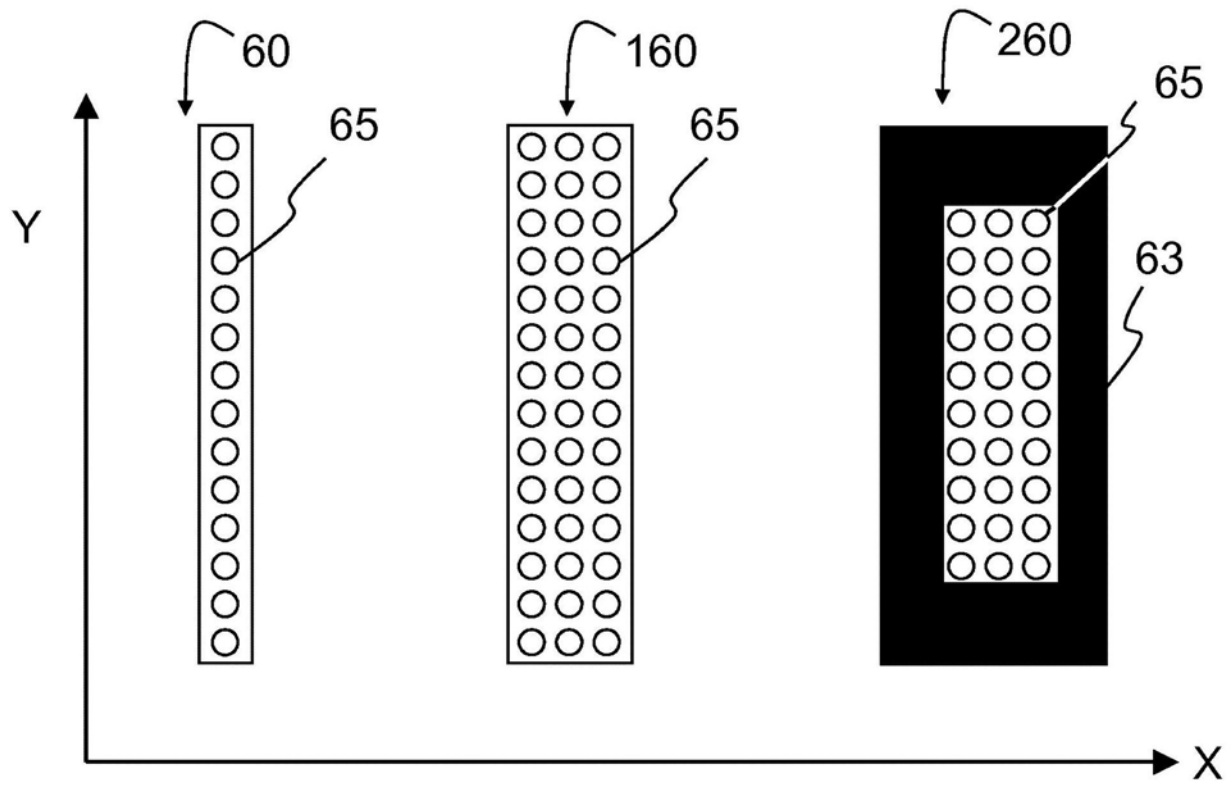


图3

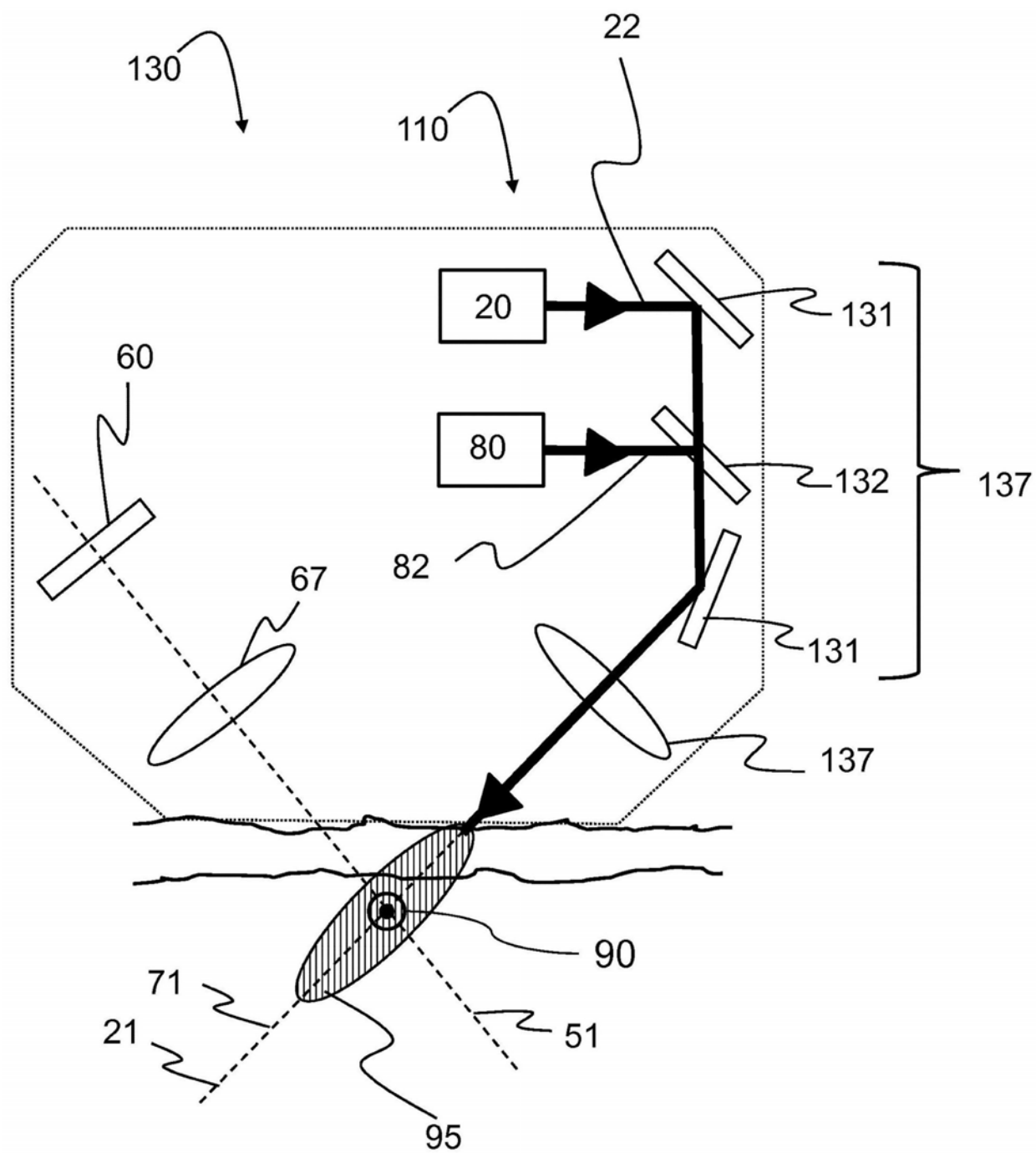


图4

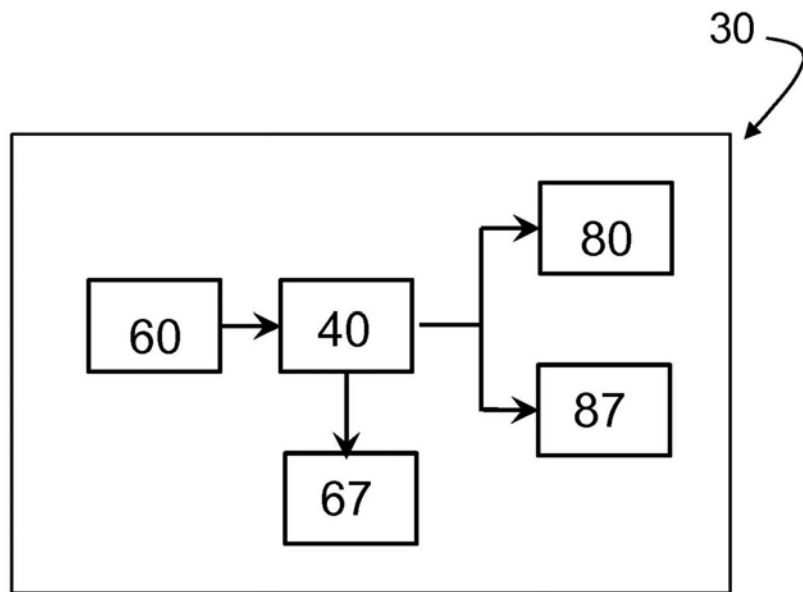


图5A

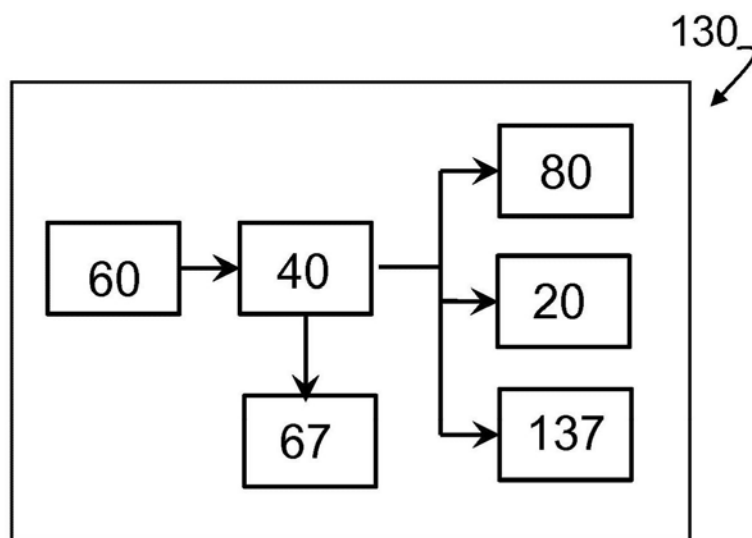


图5B

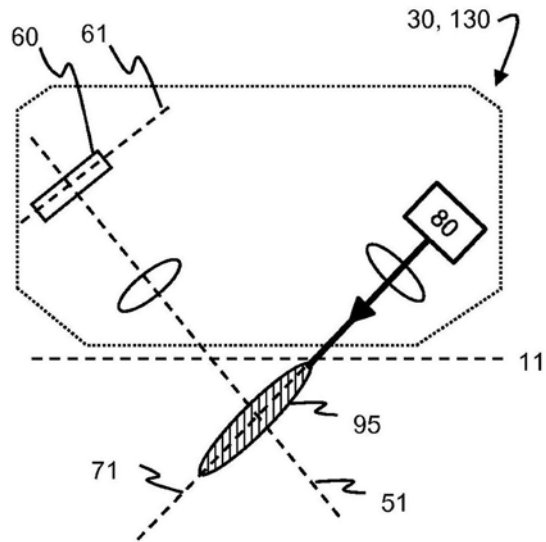


图6A

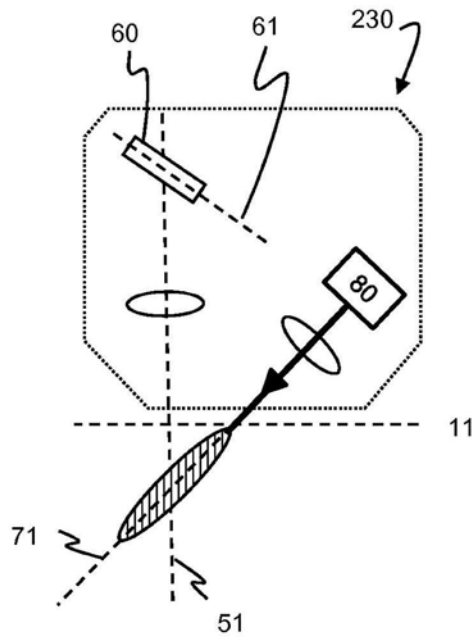


图6B

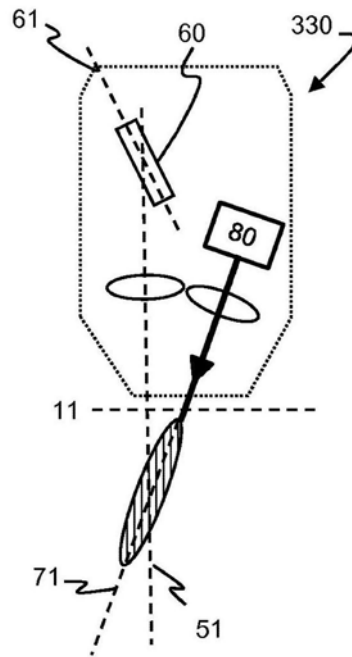


图6C

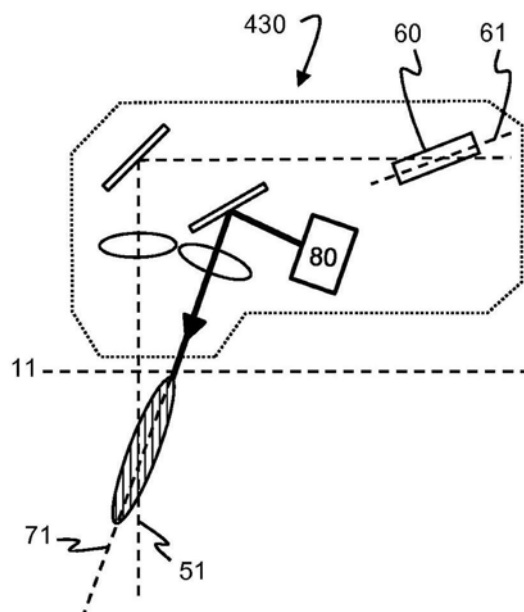


图6D