



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110114029 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 21

(21) 申请号 201780081662.8

(22) 申请日 2017.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110114029 A

(43) 申请公布日 2019.08.09

(30) 优先权数据
16207164.1 2016.12.28 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.06.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/084655 2017.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/122270 EN 2018.07.05

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 B·瓦尔盖塞 R·费尔哈亨

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 孟杰雄

(51) Int.Cl.
A61B 18/20 (2006.01)
A61B 18/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105050524 A, 2015.11.11
CN 105142559 A, 2015.12.09
CN 105050524 A, 2015.11.11
CN 103124549 A, 2013.05.29
US 2003236487 A1, 2003.12.25
CN 203253067 U, 2013.10.30

审查员 程思思

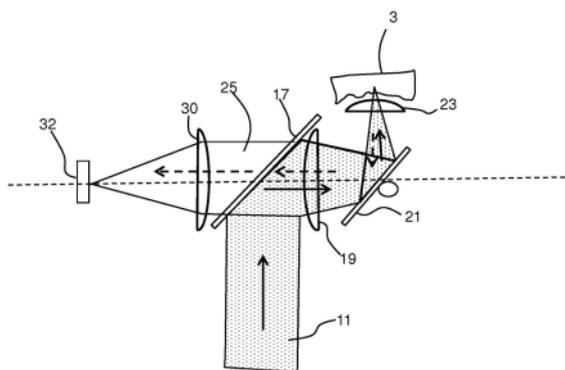
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

基于光的皮肤处置设备

(57) 摘要

一种脉冲激光皮肤处置设备用于毛发或者皮肤组织的激光诱发的光学击穿。反馈系统被用于基于光和/或声音/和/或接触力或压力来检测反馈系统。反馈信号被用于确定脉冲是否在组织中或者在组织外部。利用这些数据,可以确定可以被提供给用户的处置的有效性。



1. 一种用于通过对对象的组织 (3) 的激光诱发的光学击穿来处置所述组织的设备 (1), 所述设备包括:

光源 (9), 其用于提供脉冲光束 (11);

聚焦系统 (23), 其用于将所述脉冲光束 (11) 聚集到能够被定位在所述组织中的焦斑 (15) 中; 以及

反馈系统, 其用于:

检测来自所述组织的反馈信号, 所述反馈信号包括由所述脉冲光束生成的光和/或声音; 并且

基于所述光和/或所述声音来确定在所述脉冲期间所述焦斑是否在所述组织中。

2. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 检测来自所述组织的反馈信号包括或者包含检测来自所述焦斑的反馈信号。

3. 根据权利要求1或2所述的设备, 其中, 所述反馈系统还用于基于所述反馈信号来确定激光诱发的光学击穿是否针对所述脉冲光束的脉冲而发生。

4. 一种用于通过对对象的组织 (3) 的激光诱发的光学击穿来处置所述组织的设备 (1), 所述设备包括:

光源 (9), 其用于提供脉冲光束 (11);

聚焦系统 (23), 其用于将所述脉冲光束 (11) 聚集到能够被定位在所述组织中的焦斑 (15) 中;

光出射窗口, 其允许所述脉冲光束在到达所述焦斑之前离开所述设备, 所述光出射窗口具有用于接触所述组织的接触表面; 以及

反馈系统, 其用于:

检测来自所述组织的反馈信号, 所述反馈信号包括被施加到所述设备和/或所述光出射窗口和/或所述接触表面的接触力或接触压力; 并且

基于所述接触力或所述接触压力来确定在所述脉冲期间所述焦斑是否在所述组织中。

5. 根据权利要求4所述的设备, 其中, 所述反馈系统还用于:

针对所述脉冲光束的预定脉冲数量的有效脉冲数量进行计数, 有效脉冲包括:

所述焦斑被确定为在所述组织中的脉冲; 和/或

确定其引起对所述组织的激光诱发的光学击穿的脉冲; 和/或

所述接触压力高于阈值压力的脉冲; 并且

将所述有效脉冲数量与所述预定脉冲数量进行比较。

6. 根据权利要求5所述的设备, 其中, 比较所述有效脉冲数量包括确定所述有效脉冲数量与所述预定脉冲数量的比率。

7. 根据权利要求5或6所述的设备, 还包括用户接口, 所述用户接口用于向所述设备的用户提供表示有效性和/或处置功效的指示。

8. 根据权利要求4至6中的任一项所述的设备, 包括用于确定由所述脉冲光束产生的声音的水听器, 并且所述反馈系统还识别水听器输出中的频谱峰, 所述频谱峰提供对激光诱发的光学击穿已经发生的材料的指示。

9. 根据权利要求4至6中的任一项所述的设备, 包括用于检测由所述脉冲光束产生的光的传感器和用于处理所述反馈信号的处理器。

10. 根据权利要求9所述的设备,包括图像传感器和图像处理器,其中,所述图像处理器用于识别所述光的光谱峰,所述光谱峰提供对激光诱发的光学击穿已经发生的材料的指示。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述图像处理器适于分析检测到的所述光或者由所述图像传感器捕获的图像以确定所述组织的着色的水平。

12. 根据权利要求4至6中的任一项所述的设备,还包括输出系统,所述输出系统用于向用户提供关于超过参考压力的所述接触力或所述接触压力是否正被施加的指示。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述设备被配置用于当所述焦斑不在所述组织中时或者当所述参考压力未被施加时停止对所述脉冲光束的提供。

基于光的皮肤处置设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于通过激光诱发的光学击穿 (LIOB) 处置对象组织的设备和方法。设备和方法利用通过光出射窗口的光束的聚焦,当设备在使用中时所述光出射窗口可以但不需要用于接触组织。

背景技术

[0002] 这样的基于光的皮肤处置设备可以例如被用于皮肤恢复 (rejuvenation)、抗皱处置和理发。在基于光的抗皱处置中,设备在要处置的皮肤真皮层中产生焦斑。选择激光的功率和脉冲持续时间以及焦斑的尺寸,使得激光诱发的光学击穿 (LIOB) 现象影响皮肤以便刺激皮肤组织的再生长并且随之减少皱纹。在基于光的理发中,光束被聚焦在头发内部并且 LIOB 现象使头发被剪断。

[0003] 例如,被公开为 W0 2005/011510 的国际专利申请描述了一种用于缩短头发的设备,其包括:激光源,其用于在预定脉冲时间期间生成激光束;光学系统,其用于将激光束聚焦到焦斑中;以及激光束操纵器,其用于将焦斑定位在靶位置中。焦斑的尺寸和所生成的激光束的功率使得在焦斑中激光束具有高于针对头发组织的特性阈值的功率密度,在针对头发组织的特性阈值之上,在预定脉冲时间内在头发组织中发生激光诱发的光学击穿 (LIOB) 现象。

[0004] 一般而言,当焦斑中的激光束的功率密度 (W/cm^2) 超过作为针对特定介质的特性的阈值时,激光诱发的光学击穿 (LIOB) 在介质中发生,所述介质对于激光束的波长是透明或半透明的。在阈值之下,特定介质具有针对激光束的特定波长的相对低的线性吸收性质。在阈值之上,所述介质具有针对激光束的特定波长的强烈的非线性吸收性质,这是介质的电离和等离子体的形成的结果。该 LIOB 现象导致多个机械效应,诸如空化和冲击波的生成,其对围绕 LIOB 现象的位置的位置中的介质造成损伤。

[0005] 已经发现,LIOB 现象能够被用于破坏并且缩短头发从皮肤生长。头发组织对于近似地 500nm 与 2000nm 之间的波长是透明或半透明的。对于该范围内的波长的每个值,当焦斑中的激光束的功率密度 (W/cm^2) 超过作为针对头发组织的特性的阈值时,LIOB 现象在焦斑的位置处的头发组织中发生。所述阈值相当接近于作为针对水介质和组织的特性的阈值并且取决于激光束的脉冲时间。具体地,当脉冲时间增加时,所要求的功率密度的阈值减小。

[0006] 为了实现机械效应,作为足够有效以便引起显著损伤(即,头发的至少初始破损)的 LIOB 现象的结果,例如大约 10ns 的脉冲时间足够。对于脉冲时间的该值,焦斑中的激光束的功率密度的阈值是大约 $2 \times 10^{10} W/cm^2$ 。对于所描述的脉冲时间并且利用例如借助于具有足够大的数值孔径的透镜获得的足够小的尺寸的焦斑,能够利用仅几十毫焦耳的总脉冲能量来实现该阈值。

[0007] 用于皮肤恢复的光学击穿的有效性取决于若干因素,诸如皮肤的光学和结构性质、焦点中的激光强度、光耦合等。在许多情况下,取决于角质层和表皮的厚度,处置深度可以是不同的。

发明内容

[0008] 能够出现的问题在于,因为LIOB处置旨在处于表皮下面的真皮中,因此看脉冲是否已经有效能够是困难的,并且随之的处置功效难以估计。而且,出射窗口能够由LIOB的产物(冲击波、等离子体、高功率密度)损伤。损伤的出射窗口对所述设备在期望的位置处提供充分地紧密的焦点的能力具有不利影响,其能够降低处置过程的功效。具体地,如果在真皮上面产生表面病变,则出血点(微出血)将由于毛细血管的微破裂而发生,从而导致降低的功效、增加的副作用和社会停机时间。

[0009] 因此,需要一种能够提供脉冲的有效性或者处置的功效的指示的系统。

[0010] 本发明由权利要求书定义。

[0011] 根据本发明的第一方面的范例提供一种如在所述独立权利要求中定义的基于光的组织处置设备。尽管原则上所有设备将具有光出射窗口,但是在一些设备的使用期间,光出射窗口可能不需要与要处置的组织接触。本发明提供一种基于相同发明原理的反馈方案,所述方案允许用于各类型的设备中的每种脉冲的有效性以及随之的处置的功效的估计。

[0012] 出射窗口可以采取任何形状,只要其允许脉冲光从所述设备出射以便使其进入组织。出射窗口可以具有透镜表面或者其他光学表面。光出射窗口可以具有接触表面。

[0013] 组织优选地是哺乳动物的组织,例如动物或人类的毛发、皮肤或器官表面或边界组织。

[0014] 所述反馈信号可以被用于确定所述焦斑是否在所述组织中。因此,该反馈系统能够通过确保其仅在所述组织中产生来确保足够的病变由光学击穿产生以具有其效果(例如皮肤恢复)。这以最小副作用以及在皮肤组织的情况下可能的社会停机时间来增强处置的功效。所述反馈可以被用于提供与所述组织的经改进的接触和一致的光耦合,以及防止接触窗口/出射透镜损伤和组织损伤。这给出所述处置的经改进的安全性和功效。要处置的优选的组织是皮肤。

[0015] 在实施例中,尤其是当反馈光或声音从焦斑检测到时,可以确定实际LIOB是否已经发生。这可以提供脉冲有效性的确定中的额外的确定性。

[0016] 对在处置或者时间段期间所提供的一组一个或多个提供脉冲内的一个或多个有效脉冲进行计数并且将这些与提供的脉冲的数量进行比较提供有效性或者处置的功效的指示。这可以针对每个提供的脉冲的一个脉冲完成或者其可以针对多个提供的脉冲完成。有效脉冲和提供的脉冲的比率便于指示有效性或者功效并且这可以由比率或百分比等指示。多组脉冲可以是连续的,或者其可以交叠以提供移动平均。

[0017] 设备可以包括用于测量声学信号的水听器。在焦点中的组织上沉积的高能量产生热(热弹性膨胀)、光学(等离子体火花)和声学现象。声信号包括特性宽带听得见声波,其产生于所生成的冲击波的超声膨胀以及与其相关联的等离子波的膨胀。来自激光产生的等离子体的声学发射可以例如使用被放置在距等离子体几cm的近似距离处的动态麦克风来检测。优选的特性声学频率在3kHz至16kHz的范围内。这对于皮肤组织而言运转良好。

[0018] 反馈系统因此优选地包括用于识别水听器输出中的频谱峰的控制,所述频谱峰提供LIOB已经发生的材料的指示。

[0019] 设备可以包括图像传感器和图像处理器。焦点可以基于与LIOB相关联的特性光学

闪烁(等离子体火花)来检测。通常地,特性闪烁的宽光谱范围在400-1100nm的波长范围内。可以使用光谱仪和增强电荷耦合器件检测器(ICCD)的组合来测量来自等离子体的发射光谱。取决于焦点位置,闪烁光谱呈现光谱峰,其是所述焦点中的所述材料的特性(玻璃界面、浸没介质、组织(例如皮肤等))并且可以被用作焦点的标志并且还用作LIOB是否已经发生的指示器。

[0020] 所述图像处理器因此优选地用于识别从组织接收到光的光谱峰,所述光谱峰提供LIOB已经发生的材料的指示。

[0021] 所述图像处理器可以额外地适于分析由所述图像传感器捕获的图像以确定所述聚焦系统与所述组织之间的接触的质量。

[0022] 以这种方式,光学分析可以被用于确定焦点的深度和系统与组织的光学接触的质量两者。

[0023] 可以基于由简单的单色或者RGB相机捕获的图像中的光谱反射的一致性来测量接触的质量。在最优和一致耦合的情况下,强度分布遵循均匀高斯分布。图像特征和不一致性表示降低的光学接触质量。

[0024] 因此,所述图像处理器可以用于识别采集的图像中的非一致性,其表示接触的质量。

[0025] 所述图像处理器可以适于分析由所述图像处理器捕获的图像以确定组织颜色改变(例如皮肤发红)的水平。以这种方式,如果检测到超过可接受阈值的刺激的水平,则可以停止处置。因此,反馈系统可以实施这两个防护措施以防止过度刺激而且具有检测何时处置已经导致不可接受的刺激水平的安全网。

[0026] 设备可以包括用于监测施加到抵着所述皮肤的所述设备的压力或力的另一反馈系统。优选地,还提供了一种用于向用户给出所施加的压力或力的指示的输出系统。可以执行监测的压力或力与参考压力或力的比较以便指示所述施加压力或力是否是适合的压力或力。当所施加的压力或力低于参考值时,可以自动中断脉冲提供。

[0027] 以这种方式,所述用户被引导以施加适于维持与所述组织的所需的接触的压力或力。

[0028] 在所有范例中,可以提供所述反馈系统或者控制器,其用于在确定所述焦斑在所述组织外部(这提供安全切断)或者特定预定功效针对处置区域已经达到(这提供关于时间的高效处置)的情况下,将聚焦的脉冲光束的功率密度降低到低于用于生成空气、组织或其他介质中的实质的LIOB的阈值的值。在这样的情况下,可以给出已经到达预定功效的针对用户的指示。

[0029] 可以通过降低光束的功率或者焦斑中的焦点的质量或范围来完成降低所述功率密度。可以使用许多方式。

[0030] 反馈系统或者控制器可以被提供用于当确定处置应当停止时停用所述光源或者使所述光源或由其所提供的光束变暗,因为焦点被确定为不在所述组织中,或者存在过度的组织颜色改变(例如皮肤发红),或者存在检测到的不佳的接触。这提供安全切断。

[0031] 本发明的另一方面提供一种基于光的组织处置设备,包括:

[0032] 光源,其用于提供脉冲光束,以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0033] 聚焦系统,其用于将所述光束聚焦到所述组织中的焦斑中;以及

[0034] 反馈系统,其用于确定施加到抵着所述组织的所述设备的压力或力。

[0035] 所述设备可以包括用于向用户提供所确定的压力或力的输出系统。优选地,将所确定的压力或力与参考值进行比较,并且所述输出系统向所述用户提供关于适合的压力或力是否正被施加的指示。

[0036] 本发明的另一方面提供一种基于光的组织处置设备,包括:

[0037] 光源,其用于提供脉冲光束,以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0038] 聚焦系统,其用于将所述光束聚焦到所述组织中的焦斑中;

[0039] 反馈系统,其用于检测从所述组织接收到的光,所述反馈系统包括图像传感器以及图像处理器,所述图像处理器用于分析由所述图像传感器捕获的图像,从而确定所述聚焦系统与所述组织之间的接触的质量,其中,所述图像处理器适于识别捕获的图像中的非一致性,其表示接触的质量。

[0040] 优选地,所述设备还包括控制器,其用于当接触的质量下降到阈值以下时(即,当压力或力下降到阈值以下时)停用光源或者防止入射光到达皮肤。所述控制器可以操作例如快门或者光束偏转设备用于后者目的。

[0041] 本发明的另一方面提供一种基于光的皮肤处置设备,包括:

[0042] 光源,其用于提供脉冲光束,以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0043] 聚焦系统,其用于将光束聚焦到组织中的焦斑中;以及

[0044] 反馈系统,其用于检测从所述皮肤接收到的光,所述反馈系统包括图像传感器和图像处理器,其中,所述图像处理器适于分析由所述图像传感器捕获的图像以确定组织的着色的水平。优选地,着色的水平是皮肤发红的水平。这涉及例如分析皮肤发红的方面,如上文所解释的。

[0045] 在这种情况下,控制器可以被提供用于当皮肤发红的水平超过阈值时,停用光源或者防止入射光到达皮肤。再次,所述控制器可以操作例如快门或者光束偏转设备以用于实施防止。

[0046] 还可以采用上文概述的措施,诸如分析由所述图像传感器捕获的图像以确定聚焦系统与组织之间的接触的质量并且然后当接触的质量被确定为低于阈值水平时停用光源。

[0047] 所述反馈系统还可以被用于检测由光源脉冲所生成的声音,从而确定所述焦斑是否在所述组织中。在这种情况下,当所述焦斑被确定为不在所述组织中时,停用所述光源。

[0048] 还可以采用用于监测施加到抵着所述组织的所述设备的压力的上文所讨论的反馈系统,其中,输出系统被用于向所述用户提供关于适合的压力是否正被施加的指示。在这种情况下,当所述压力被确定为不适合时,停用所述光源。

[0049] 本发明还提供一种基于光的皮肤处置方法,包括:

[0050] 提供脉冲光束以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0051] 将所述光束聚焦到所述组织中的焦斑中;并且

[0052] 检测从所述组织接收到的光并且检测由光源脉冲所生成的声音,从而确定所述焦斑是否在所述组织中。

[0053] 本发明还提供一种基于光的组织处置方法,包括:

[0054] 提供脉冲光束以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0055] 将所述光束聚焦到所述组织中的焦斑中;并且

[0056] 感测施加到抵着所述组织的所述设备的压力,并且向所述用户提供关于适合的压力是否正被施加的指示。

[0057] 本发明还提供一种基于光的组织处置方法,包括:

[0058] 提供脉冲光束以通过组织的激光诱发的光学击穿来处置组织;

[0059] 将所述光束聚焦到所述组织中的焦斑中;并且

[0060] 检测从所述组织接收到的光的图像并且分析所述图像以确定组织着色(例如皮肤发红)的水平。

[0061] 这些方法是用于例如皮肤恢复、皱纹减少或毛发移除的非治疗方法(尤其是美容方法)。

附图说明

[0062] 现在将参考附图详细描述本发明的范例,其中:

[0063] 图1示意性地示出了已知的LIOB皮肤处置设备;

[0064] 图2示出了实施焦点深度控制的已知方式;

[0065] 图3示出了具有反馈系统的第一范例的设备;

[0066] 图4示出了具有反馈系统的第二范例的设备;

[0067] 图5示出了具有反馈系统的第三范例的设备;并且

[0068] 图6被用于解释光学反馈系统。

具体实施方式

[0069] 本发明提供用于哺乳动物的组织(诸如具体地皮肤组织)的激光诱发的光学击穿的脉冲激光皮肤处置设备。反馈系统被用于检测由组织中的LIOB现象引起的来自皮肤的反馈信号。反馈信号可以包括从组织接收到的光,并且反馈系统可以包括光传感器或者图像传感器和图像处理器。在一个范例中,图像处理器适于分析由图像传感器捕获的图像以确定组织着色(例如皮肤发红)的水平。在另一范例中,由图像传感器捕获的图像被用于确定聚焦系统与组织之间的接触的质量。在另一范例中,反馈系统还用于检测由光源脉冲所生成的声音,从而确定焦斑是否在组织中。在不依赖于图像感测的另一变型中,反馈系统被用于监测施加到抵着组织的设备的压力,并且输出系统被用于关于适合的压力是否正被施加向用户提供指示。

[0070] 在详细描述本发明之前,将给出对本发明涉及的设备的类型的一个范例的概述。

[0071] 图1示出了用于对具有表面5的组织3的处置的系统1。在这种情况下,组织由皮肤3例示,但是可以处置其他组织。

[0072] 系统1包括用于在至少预定脉冲时间期间生成激光束11的光源9,并且其包括用于将激光束11聚焦到焦斑15中并且用于将焦斑15定位在皮肤3内的靶位置中的光学系统13,皮肤3对于来自光源9的光至少部分地透明。

[0073] 图1中示意性地指示的光学系统13的范例包括光束偏转和分色光束分离系统17、偏差校正系统19、光束扫描系统21和聚焦系统23,所述系统可以包括一个或多个反射镜、棱镜、光束分离器、偏振器、光纤、透镜、孔、快门等。例如,扫描系统包括扫描棱镜。

[0074] 所述聚焦系统具有聚焦深度选择、光束成形和聚焦以及接触/输出窗口。存在维持

对接触/输出窗口的接触的轮廓跟随悬浮。

[0075] 光学系统13的至少部分和/或激光束11的光束路径可以是封闭的,例如为了眼睛安全,例如包括不透明管和/或者一条或多条光纤。

[0076] 光源9被配置为在预定波长处并且利用预定脉冲持续时间和重复率来发射预定数量的激光脉冲。系统1是可配置的,使得焦斑15的靶位置在皮肤的表面下方。焦斑15的尺寸和所生成的激光束的功率使得在焦斑15中激光束11具有高于针对皮肤组织的特性阈值的功率密度,在针对皮肤组织的特性阈值之上,在预定脉冲时间内发生激光诱发的光学击穿事件。

[0077] 在光源9与光束偏转和分色光束分离系统17之间可以存在关节臂。光束偏转系统17和随后部件形成机头的部分。由于关节臂的反射镜中的对准误差,因此光束可以在进入关节臂之前扩展并且然后事后在光束转向和误差校正之前压缩。

[0078] 皮肤3包括具有不同的光学性质的多个层。表皮由最外层组成并且形成防水保护屏障。表皮的最外层是角质层,角质层由于其粗糙度方面的微观波动,阻碍设备1与皮肤3之间的光耦合。出于该原因,优选地在聚焦系统与组织之间提供耦合流体,其折射率旨在匹配皮肤和/或聚焦系统的出射透镜/窗口的折射率。

[0079] 在表皮下面,坐落有真皮。真皮包括皮肤处置瞄准的胶原纤维。

[0080] 皮肤处置的目的是在真皮的胶原中产生脉冲激光束11的焦点15以便产生导致新胶原形成的微观病变。

[0081] 光源9是利用任意的控制器25可控制的,控制器25可以提供用户接口。而且,光学系统13的一个或多个部分可以是利用任意的控制器(未示出)可控制的,所述控制器可以与光源控制器25集成以控制靶位置和/或焦斑的一个或多个性质。

[0082] 可以通过对光束成形和/或聚焦系统的适当的设置(例如,通过对聚焦系统的数值孔径的调节)来确定激光束聚焦参数。可以从范围 $0.05 < NA < nm$ 中选取用于聚焦系统的数值孔径NA的适合值,其中,nm是在操作期间的针对激光波长的介质的折射率。

[0083] 适合的光源包括以大约5-10ns的脉冲持续时间发射大约1064nm的波长处的激光脉冲的Q开关Nd:YAG激光器,但是也可以使用其他激光器,例如Nd:Cr:Yag三层激光器和/或二极管激光器。由于皮肤内的相对低的吸收和散射,并且从而提供大穿透深度,因此1064nm激光优选地被用于处置。

[0084] 光束偏转和分色光束分离系统17包括分色光束分离器,其反射激光但是使可见波长光通过。因此,来自皮肤3的接收到的可见波长光由光学系统捕获并且被提供为反馈信号11',其可以被用于要么手动地要么自动地控制所述系统。

[0085] 由聚焦系统23所提供的聚焦深度是优选地可调节的。

[0086] 图2示出了实施这样的调节的已知方式。聚焦系统23包括均具有不同的焦点深度的一组输出窗口26,并且光路通过扫描器电机17提供到输出窗口之一,扫描电机27使扫描系统21旋转。输出窗口26由轮廓跟随悬浮28保持。输出窗口因此围绕圆形路径被布置,并且凹口系统提供相对于扫描系统21的定位。可以存在四个输出窗口,以及因此四个透镜组,每个分离地被弹簧加载以提供轮廓跟随。

[0087] 扫描系统21被用于跨皮肤的区域扫描焦点。

[0088] 可以被使用在图1的系统中的激光的一个范例具有1000Hz的最大重复频率,并且

典型的处置方案使用200 μm 的病变间距,从而导致200mm/s的典型的最大扫描速度。该扫描速度排除任何仅手动扫描选项,因为当通过手应用这些扫描速度时缺乏控制。

[0089] 此外,任何开始-停止扫描系统将严重地被挑战以在短加速距离上到达该扫描速度,从而导致机械振动和激光的性能的低效使用。更容易地控制的较慢扫描速度将显著地增加用于大表面区域的处置时间。

[0090] 为了克服该挑战,连续运动扫描可以基于旋转运动来使用,其可以容易地达到这些扫描速度并且不受强振动和激光能力的低效使用的影响。

[0091] 出于该目的,可以使用旋转棱镜。

[0092] 第一可能棱镜设计包括长菱形。两个相对平行端面用作全内反射面。其处于与入射光方向的45度处。棱镜中的两个内反射提供入射光束的横向移位,使得出射光束相对于输入光束平行但是横向地移位。通过关于垂直于横向移位方向(并且因此平行于入射光束方向)的轴旋转棱镜,由输出光束扫掠圆形路径。旋转是关于输入光束的轴的。圆形扫掠的半径是长菱形的长度。在需要的情况下,长菱形棱镜可以利用面上的防反射涂层来制造。

[0093] 第二可能棱镜设计是道威棱镜。两个端面用作折射接口,并且底面用作全内反射面。端面处于与入射光45度处。棱镜中的两个折射和单个全内反射再次提供入射光束的横向移位,使得出射光束相对于输入光束平行但是横向地移位。通过关于垂直于横向移位方向(并且因此平行于入射光束方向)的轴旋转棱镜,由输出光束扫掠圆形路径。旋转是关于输入光束的轴的。光束平移量取决于入射光束相对于道威棱镜的输入表面的位置和棱镜的大小。棱镜围绕主要入射光线旋转。防反射涂层可以再次被添加在成角表面上以减少通过反射的损耗。

[0094] 旋转棱镜机械地平衡以避免振动。棱镜架悬挂在球轴承上并且直接地连接到电机转子从而使偏差校正设置对聚焦光的有效数值孔径的影响最小化。

[0095] 本发明涉及用于控制系统以防止对聚焦系统23的出射窗口的损伤和/或停止或者防止皮肤刺激的反馈系统。

[0096] 第一方面涉及一种反馈系统,其组合光学和声学分析以便检测LIOB正发生的焦点深度。反馈系统然后使得激光能够在焦点不在皮肤中的情况下断开。这基于在可见闪烁(等离子体火花)的波长谱和LIOB期间所生成的信号的声学频率中的差异,其示出显著的差异,这取决于其发生的介质,诸如空气、透镜、耦合介质和皮肤。

[0097] 可以使用光谱仪和增强电荷耦合器件检测器(ICCD)的组合来测量发射光谱。取决于焦点位置,闪烁光谱呈现光谱峰,其是焦点中的材料(玻璃界面、浸没介质、皮肤等)的特性并且可以被用作焦点的标志以及LIOB是否已经发生的指示器。

[0098] 例如,在缺少LIOB的情况下,检测器在没有任何光谱特征的情况下记录平面背景光谱。作为范例,在212.4nm(Si)和589nm(Na)周围发生的特性峰可以被用于确认LIOB分别地在玻璃界面和皮肤中发生。其他光谱峰还可以用作材料的指示器。对于低于光学击穿的辐照度阈值,没有LIOB的闪烁也可以被测量并且有和没有光学击穿的光学闪烁的光谱特性中的差异也可以被用作标志。

[0099] 图3示出了基于用于检测焦点深度的共聚焦系统的第一范例。

[0100] 相同部件被给予与在图1中相同的附图标记。偏差校正系统19包括非球面透镜,并且聚焦系统23包括用作显微镜物镜的透镜。透过分色光束分离器17的可见光光学反馈信号

25通过平凸透镜30聚焦到图像传感器32(例如CCD芯片)上。

[0101] 该布置提供聚焦深度的共聚焦检测以防止皮肤外部的LIOB并且确定皮肤内部的聚焦深度。

[0102] 由透镜30和23形成的共聚焦显微镜的光路(照明和检测)和LIOB处置光束通过分色光束分离器17耦合在一起。共聚焦显微镜制成焦点位置的深度分辨图像并且因此使能验证处置深度。该验证使用由图像传感器捕获的图像的图像处理执行,并且验证由控制器25使用以启用或者停用激光器9。

[0103] 图4示出了基于提供基于光和声音两者的反馈系统的第二范例。

[0104] 相同部件被给予与在图3中相同的附图标记。不再需要图像传感器,并且代替地存在光电二极管或者光电二极管阵列40,以及任选地相关联的衍射光栅,其用于分析可见光25的光谱而不是形成的图像。针状水听器42使能分析声波的频谱。

[0105] 在LIOB期间所生成的可见光闪烁和声学信号呈现空气中、耦合介质中和皮肤中的不同的光谱和声学特性。在LIOB的发生期间,可见光闪烁可以由光电二极管40(或者由光栅)记录,并且声学信号借助于水听器记录。闪烁和声学信号的组合检测使能确定聚焦深度。

[0106] 从皮肤接收到的可见光是在激光诱发的光学击穿中发生的相互作用的光机械模式的结果。其涉及自由电子的大量生成。过程被称为“电子雪崩增长”或者“逆韧致辐射效应”。等离子体的形成导致具有作为波长的函数的很少强度变化的白光连续区。该光由来自等离子体的韧致辐射和复合辐射引起,因为自由电子和离子在冷却等离子体中复合。

[0107] 代替于确定焦点深度或者除确定焦点深度外,图3的系统可以被用于分析皮肤与聚焦系统23的输出透镜之间的光学耦合的质量。如果光学耦合不是有效的,则光学击穿可以在空气中或者在透镜的出射表面中发生,从而导致透镜和皮肤损伤。

[0108] 可以基于由图像传感器32捕获的图像的图像处理实现对光学耦合的该分析。

[0109] 可以基于由简单的单色或者RGB相机捕获的图像中的光谱反射的一致性来测量接触的质量。在最优和一致耦合的情况下,强度分布遵循均匀高斯分布。较大的图像特征(诸如强度斑点的大小、斑点的数量、最大斑点的大小等)可以在阈值化之后根据这些图像导出并且这些特征可以被用作非最优耦合的指示器。

[0110] 图3的系统还可以通过移除图像传感器32和透镜30并且代替地提供使能由系统的用户进行视觉检查的输出窗口来修改。用户可以然后视觉地检查每个激光闪烁处的皮肤接触外观。再次,这将作为不完美(诸如图像斑点)是可见的。

[0111] 用于检测皮肤接触质量的另一选项是使用弹簧加载的聚焦透镜系统来利用测量的负载的反馈提供轮廓跟踪。完整的光学系统被弹簧加载,使得光学部件之间的光路被保留。

[0112] 图5示出了至少包括通过弹簧52进行弹簧加载以使得设备能够跟随皮肤3的轮廓的最后物镜的光学系统50。这允许在扫描时的弯曲皮肤表面的无缝跟踪。

[0113] 基于系统中的负载的反馈被用于控制激光启用。一组参考负载值可以被用于确保最优接触并且从而充当用于弹簧系统的参考。

[0114] 反馈然后被提供以使得用户能够将负载维持在期望的负载水平范围内。该负载水平范围优选地(并且因此不包括)在完全弹簧伸展(零负载)与最大弹簧压缩(最大负载)之

间,因为这两者不适于维持好的接触。

[0115] 用户的输出可以被提供在系统的屏幕上,或者其可以作为无线信号被发送到智能电话、手表或者具有无线连接性的其他附近设备。用户的指令可以是可听的(例如利用当正被施加的压力太低或太高时的警报声音),和/或可以提供视觉输出。

[0116] 至少两个接触点被定义为紧密接近以确保小局部皮肤特征以及更大的全局皮肤轮廓和特征两者的适当的轮廓跟随。

[0117] 如上文所提到的,如果在真皮上面产生表面病变,则出血点(微出血)可能发生。这可能由于聚焦系统与皮肤之间的不佳的光学接触而出现或者产生于聚焦系统的损伤。以上反馈方法旨在防止这样的损伤或者当存在不佳的光学接触时,防止激光操作。

[0118] 备选(或者额外)的方法是检测皮肤的得到的发红,并且从而一旦皮肤损伤的早期标记是明显的就停止处置。

[0119] 反馈系统然后是基于测量红斑(皮肤发红)的。该反馈可以然后通过记录相对于处置之前测量的基线发红的红斑中的增加之后禁用设备来优化用于皮肤恢复的基于LIOB的处置的功效。这减少副作用和社会停机时间。

[0120] 可以根据要求的覆盖范围和副作用的严重性以及于LIOB处置有关的主观疼痛感觉来微调红斑中的增加的阈值。适合的阈值可以在不同的对象之间并且甚至在不同的时间处针对相同对象变化。

[0121] 相对于基线值的红斑的定量确定是基于LIOB的皮肤处置的有效性的指示并且可以被用于确认处置有效并且所要求的皮肤愈合响应预期发生,从而导致皮肤恢复效果。

[0122] 因此,代替于确定焦点深度和/或分析皮肤接触的质量或者除确定焦点深度和/或分析皮肤接触的质量之外,图3的系统可以被用于分析皮肤发红的水平。

[0123] 图3的系统可以通过移除图像传感器32和透镜30并且代替地提供使能由系统的用户进行视觉检查的输出窗口来修改。用户可以然后视觉地检查每个激光闪烁处的皮肤发红。

[0124] 然而,优选的选项是使用图像传感器32以使用对由图像传感器32捕获的图像的图像处理来自动分析捕获的图像的光谱含量。具体地,当与在处置的开始处的初始颜色相比较时,检测光谱含量中的改变与红色分量中的增加。图像传感器可以代替地包括分光光度计。

[0125] 一般而言,LIOB处置导致紧接地在处置之后的温和红斑,并且严重性在大约10分钟内增加。红斑然后褪色并且在处置之后30分钟不再是可见的。温和红斑的外观是处置有效并且皮肤愈合响应预期发生的指示。然而,其不应当被允许超过严重性的阈值。

[0126] 图像感测可以使用高分辨率摄影,但是使用低成本传感器的低分辨率摄影也足以检测图像中的红色含量。可以执行光谱测定法,或者可以使用CCD图像的图像处理。

[0127] 图6示出了图像分析系统,其包括具有用于定量单元分析的内置图像处理算法的高分辨率相机60。

[0128] 相机60与包括可拆卸支架62的额外的模块集成。相机单元包括LED照明环64并且执行反向散射光的空间分辨检测。

[0129] 将红斑中的增加与示出对应于处置覆盖区域的值并且指定针对对象的可接受发红的限制的参考查找表进行比较。初始基线测量结果被用作校准参考。

[0130] 还可以采用如上文所描述的接触压力反馈系统。

[0131] 为了使用系统,在机械发红激发的任何应用(磁带条或其他)之前,初始基线皮肤颜色由系统记录。从要处置的皮肤区域记录该皮肤颜色。

[0132] 还可以在处置之前做出刺激皮肤或者红斑(发红中的增加)与基线皮肤的比较,使得可以记录特定对象对处置作出反应的方式。

[0133] 然后,执行LIOB处置。

[0134] 在第一处置之后记录皮肤发红。然后相对于期望的红斑阈值做出比较,所述阈值继而取决于所需的处置覆盖区域和可接受的主观疼痛感觉。对象通过提供处置期间的疼痛感觉信息并且此后还通过刺激皮肤的视觉评估指示其不舒适阈值。

[0135] 如果处置的区域中的皮肤发红大于基线皮肤颜色并且已经到达阈值,则处置停止,否则LIOB处置继续。

[0136] 如上文所提到的,可以使用具有1064nm处的发射的Nd:YAG激光,而且或者具有1645nm处的发射的Er:YAG激光可以被用于激光诱发的光学击穿(LIOB)。

[0137] 皮肤处置可以包括毛发移除剃刮过程。在使用期间,在要剃刮的皮肤表面上移动聚焦系统23。聚焦系统形成用于允许光束离开设备的出射窗口。聚焦系统然后形成光学刀片。

[0138] 皮肤处置可以包括用于减少能够由于正常老化过程而出现在人类皮肤中的皱纹的皮肤恢复设备。在使用期间,聚焦元件被按按压到要处置的皮肤上或者保持接近于其。由聚焦系统形成的出射窗口保持平行于皮肤,并且光束离开出射窗口并且在基本上垂直于皮肤表面的方向上进入皮肤。

[0139] 在这两个范例中,可以在聚焦系统与皮肤表面之间提供浸没流体。优选地,使用具有与聚焦系统23的皮肤接触透镜和其中LIOB要发生的皮肤或者毛发的折射率接近的折射率的浸没流体。出于该目的,具有大约1.4到大约1.5的折射率的流体是适合的。而且,水(尽管具有1.33的稍微较低的折射率)对于一些设备 and 应用而言可以是适合的浸没流体。

[0140] 图1的系统具有激光器与聚焦系统之间的特定的一组光学部件。然而,该装置不旨在是限制性的。本发明的反馈系统可以被使用在具有较小或较大数量的部件的不同的系统配置中。

[0141] 总之,脉冲激光皮肤处置设备用于毛发或者皮肤组织的激光诱发的光学击穿。反馈系统被用于基于光和/或声音/和/或接触力或压力来检测反馈系统。反馈信号被用于确定脉冲是否在组织中或者在组织外部。利用这些数据,可以确定可以被提供给用户的处置的有效性。

[0142] 应当注意,上文所提到的实施例例示而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够在不脱离随附的权利要求书的范围的情况下设计许多备选实施例。在权利要求中,被放置在圆括号之间的任何附图标记不应当被解释为对权利要求的限制。动词“包括”和其词形变化的使用不排除除了权利要求中所陈述的那些之外的元件或步骤的存在。在元件前面的量词“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在。本发明可以借助于包括若干不同的元件的硬件并且借助于适合地编程的计算机来实施。在枚举若干装置的设备权利要求中,可以通过硬件的同一项实现这些装置中的若干装置。互不相同的从属权利要求中记载了特定措施的仅有事实并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

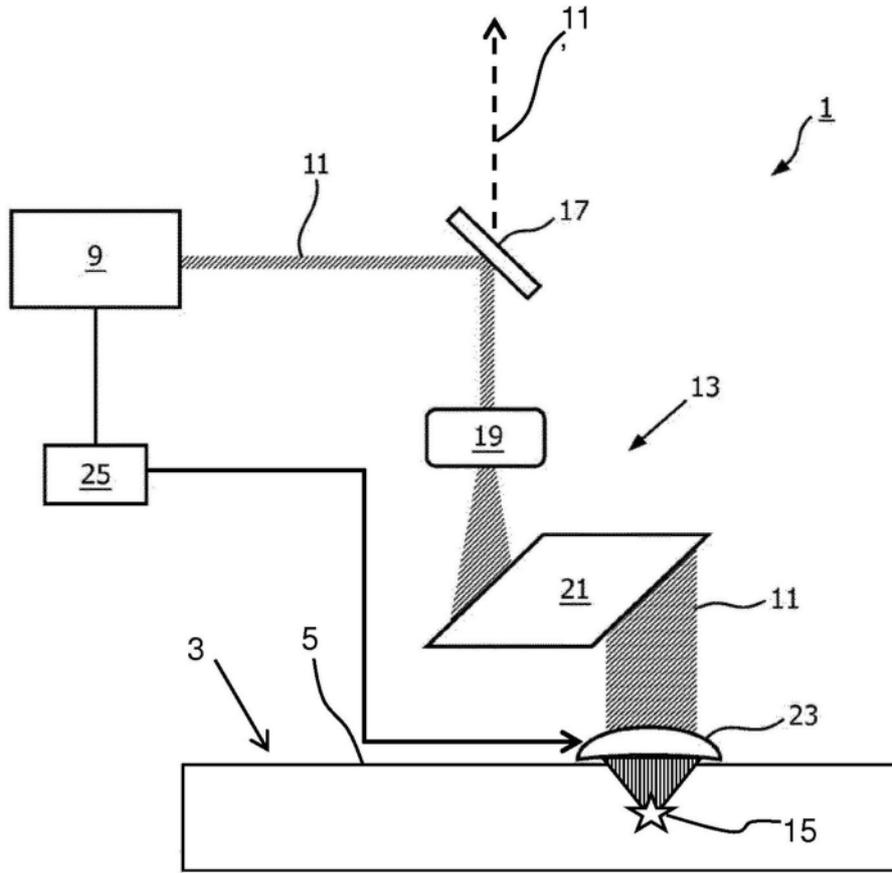


图1

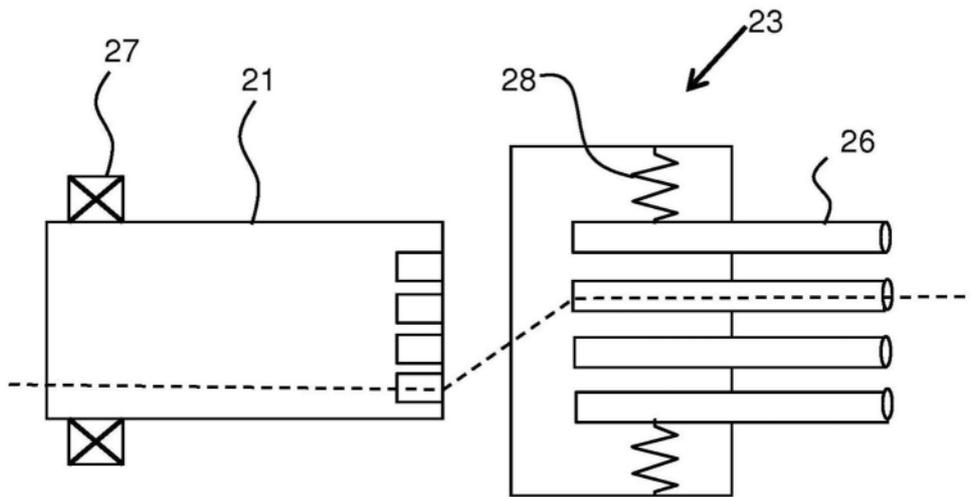


图2

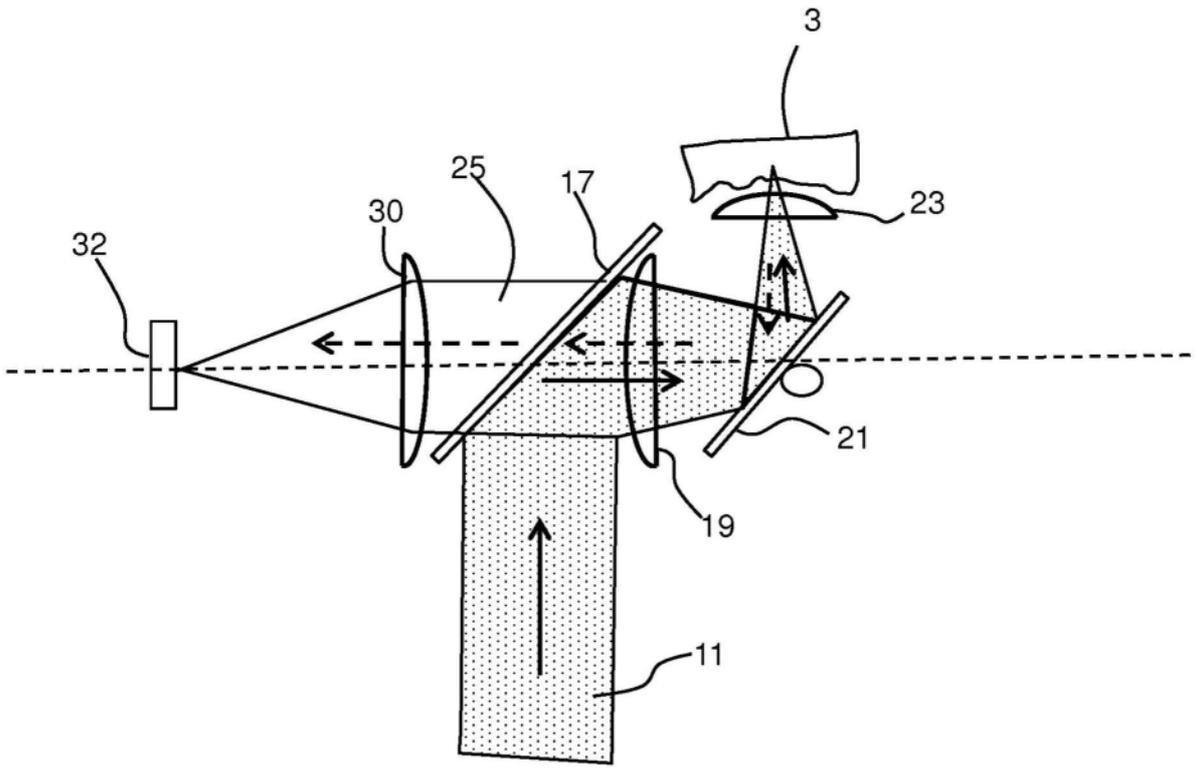


图3

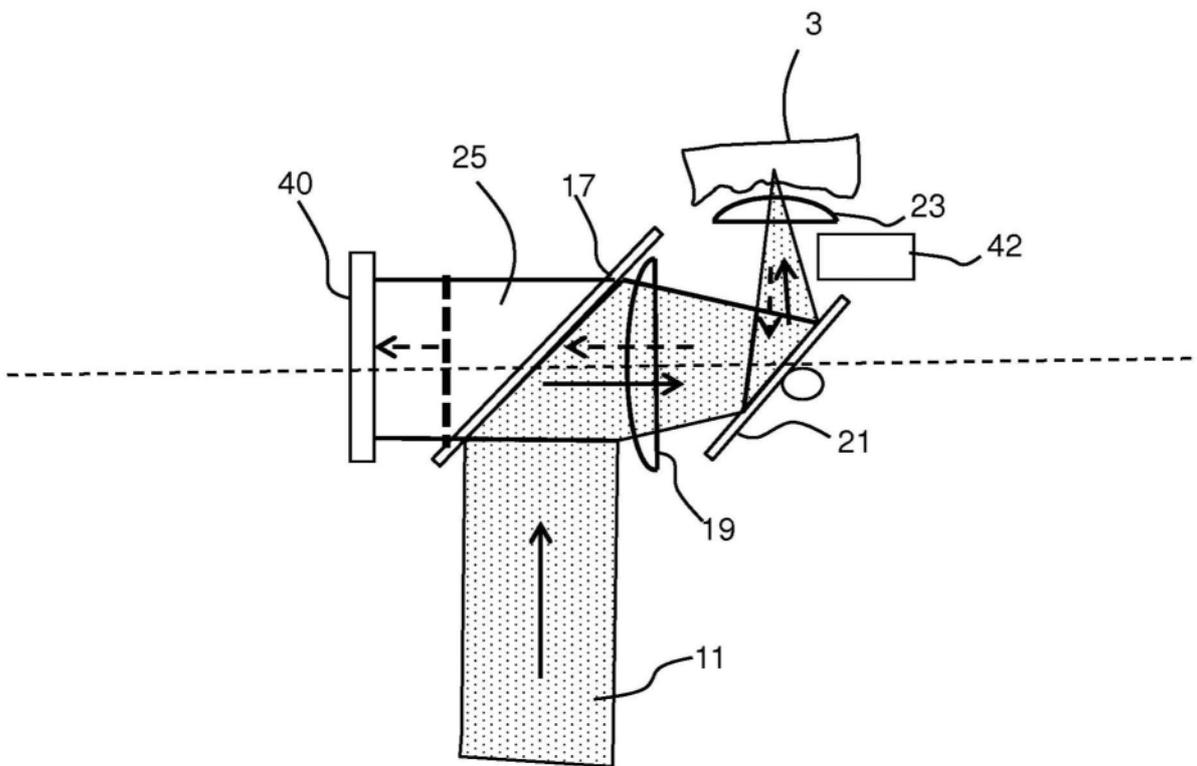


图4

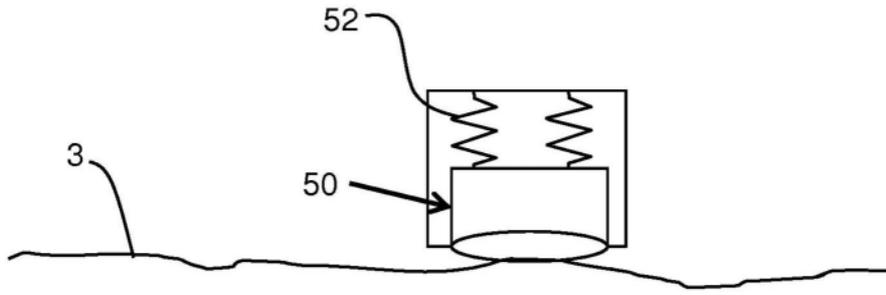


图5

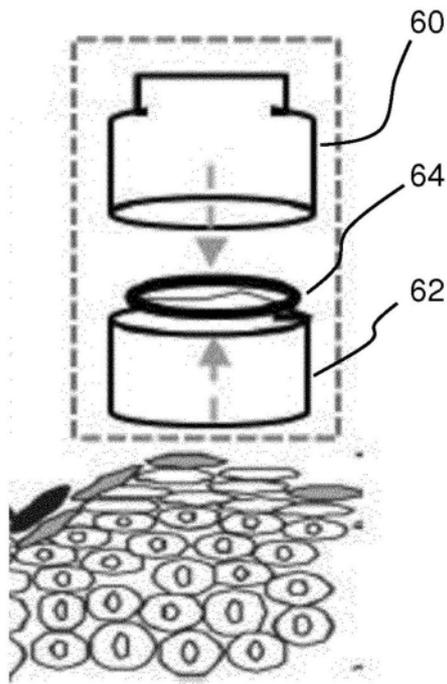


图6