



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104254274 B

(45)授权公告日 2016.10.19

(21)申请号 201380021627.9

(22)申请日 2013.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104254274 A

(43)申请公布日 2014.12.31

(30)优先权数据

61/637,354 2012.04.24 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.10.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/052926 2013.04.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/160793 EN 2013.10.31

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 B·瓦尔戈塞 R·维哈根

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 黄海鸣

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

B26B 19/00(2006.01)

G01N 21/21(2006.01)

G01N 21/23(2006.01)

A61B 18/20(2006.01)

A61B 18/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1960682 A,2007.05.09,

CN 1829481 A,2006.09.06,

CN 101170960 A,2008.04.30,

US 2012/0002204 A1,2012.01.05,

US 2011/0074946 A1,2011.03.31,

CN 1946335 A,2007.04.11,

US 2011/0144503 A1,2011.06.16,

US 2012/0041284 A1,2012.02.16,

US 2011/0211047 A1,2011.09.01,

W0 2008/072151 A2,2008.06.19,

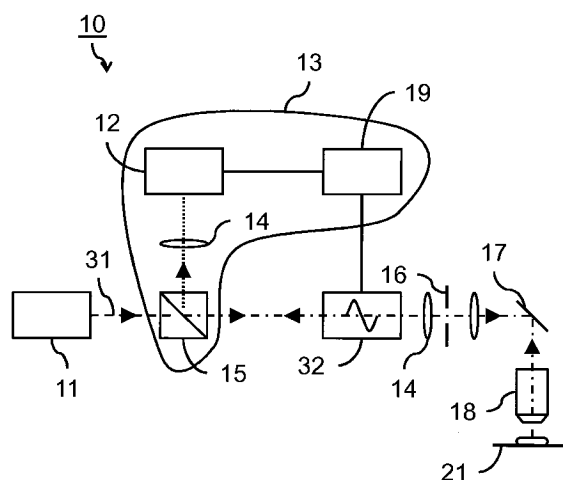
审查员 胡琴明

(54)发明名称

具有基于光的毛发检测器的毛发处理设备

(57)摘要

本发明提供了一种毛发处理设备(40),其包括用于检测皮肤表面(21)附近的毛发(22)的检测器(10)。该检测器(10)包括用于生成具有初始偏振方向的光束(31)的光源(11),用于在至少第一偏振方向和第二偏振方向之间对该光束(31)的偏振方向进行时间相关调制的偏振调制器(32),用于将光束(31)聚焦在皮肤表面(21)附近的毛发(22)的光学元件(14,16,17,18),和用于检测与毛发(22)或皮肤表面(21)进行交互的光线并且用于辨别该交互光线何时具有不同于初始偏振方向的偏振方向分量的基于光的偏振敏感检测单元(13)。



1. 一种毛发处理设备(40),其包括用于检测皮肤表面(21)附近的毛发(22)的检测器(10),所述检测器(10)包括:

光源(11),用于生成具有初始偏振方向的光束(31);

偏振调制器(32),用于至少在第一偏振方向和第二偏振方向之间对所述光束(31)的初始偏振方向进行时间相关调制;

光学元件(14,16,17),被布置为将所述光束从所述偏振调制器(32)引向物镜(18)以用于将所述光束(31)聚焦在皮肤表面(21)附近的毛发(22);所述光学元件(14,16,17)还被布置为将与所述毛发(22)或所述皮肤表面(21)交互的光通过所述物镜(18)返回所述偏振调制器(32);和

基于光的偏振敏感检测单元(13),被布置为用于检测与毛发(22)或皮肤表面(21)进行交互并且通过所述物镜(18)并通过所述偏振调制器(32)返回的光线,并且用于辨别所述交互的光何时具有不同于所述初始偏振方向的偏振方向分量。

2. 根据权利要求1的毛发处理设备(40),其中不同于所述初始偏振方向的所述偏振方向分量与所述初始偏振方向正交。

3. 根据权利要求1的毛发处理设备(40),其中所述时间相关调制是具有调制频率的周期性调制。

4. 根据权利要求3的毛发处理设备(40),其中所述基于光的偏振敏感检测单元(13)包括:

偏振敏感光传感器(12),其用于有选择地检测与毛发(22)或皮肤表面(21)进行交互的光中的、不同于所述初始偏振方向的偏振方向分量;和

相位敏感检测单元(19),其耦合至所述偏振调制器(32)和所述偏振敏感光传感器(12),用于检测来自所述偏振敏感光传感器(12)的传感器信号和来自所述偏振调制器(32)的基准信号之间的相位差,所述基准信号具有所述调制频率。

5. 根据权利要求1的毛发处理设备(40),其中

所述光源(11)包括激光二极管,所述光学元件被配置为将与毛发(22)或皮肤表面(21)进行交互的光光学反馈至所述激光二极管,并且其中

所述基于光的偏振敏感检测单元包括振荡参数监测单元(29),其用于监测所述激光二极管的振荡参数并且分析所述振荡参数以便辨识出所述交互的光何时具有与所述初始偏振方向不同的偏振方向分量。

6. 根据权利要求5的毛发处理设备(40),其中所述激光二极管的驱动电流是所述振荡参数并且其中所述振荡参数监测单元(29)被配置为监测所述驱动电流。

7. 根据权利要求5的毛发处理设备(40),其中所述激光二极管的发射谱是所述振荡参数并且其中所述振荡参数监测单元(29)被配置为监测所述发射谱。

8. 根据权利要求5的毛发处理设备(40),其中所述激光二极管的阈值电压是所述振荡参数并且其中所述振荡参数监测单元(29)被配置为监测所述阈值电压。

9. 根据权利要求5的毛发处理设备(40),其中所述光束(31)的初始偏振方向是所述振荡参数并且其中所述振荡参数监测单元(29)包括偏振敏感光传感器(12),其用于有选择地检测所述激光二极管所发射的光的、不同于所述初始偏振方向的偏振方向分量。

10. 根据权利要求7的毛发处理设备(40),其中所述时间相关调制是具有调制频率的周

期性调制,并且所述振荡参数监测单元(29)包括相位敏感检测单元(19),所述相位敏感检测单元(19)耦合至所述偏振调制器(32)并且被配置为检测所述振荡参数和来自所述偏振调制器(32)的基准信号之间的相位差,所述基准信号具有所述调制频率。

11.根据权利要求1的毛发处理设备(40),其中所述第一偏振方向和所述第二偏振方向之间的角度为至少45度。

12.根据权利要求1的毛发处理设备(40),其中所述偏振调制器(32)是压电弹性调制器或电光学调制器。

13.根据权利要求1至12中任一项的毛发处理设备(40),进一步包括用于生成毛发切割激光束的毛发切割激光源和耦合至所述基于光的偏振敏感检测单元(13)的处理器,其中所述处理器被布置为当所述基于光的偏振敏感检测单元(13)已经在皮肤表面(21)附近的毛发切割激光束的焦点位置中检测到毛发(22)的存在时激活所述毛发切割激光源。

具有基于光的毛发检测器的毛发处理设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种毛发处理设备,其包括用于检测皮肤表面附近的毛发的检测器,该检测器包括用于生成具有初始偏振方向的偏振光束的光源,用于将光束聚焦在皮肤表面附近的毛发的光学元件,和用于检测与毛发或皮肤表面进行交互并且具有不同于初始偏振方向的偏振方向分量的光线的基于光的偏振敏感检测单元。

背景技术

[0002] 这样的毛发处理设备例如从以W02010/106480 A1公开的国际专利申请所获知。该专利申请描述了一种用于对身体部分的皮肤表面附近的毛发进行成像的设备。该设备包括用于生成具有入射偏振方向的光束的光源,以及用于检测从所述毛发所返回的光线的传感器。该传感器具有单独的光电二极管,其用于检测具有入射偏振(平行偏振)的光线以及具有与入射偏振正交的偏振方向(交叉偏振)的光线。该单独光电二极管所检测的光线强度的比率是在所测试皮肤位置有毛发存在的概率度量。

[0003] 已经指出的是,该已知检测器的敏感度和特异性很大程度上依赖于入射光的偏振方向与所要检测的毛发的方位之间的角度,而且依赖于毛发内的聚焦深度。由于毛发的方位和毛发内的聚焦深度随毛发和时间而有所不同,所以该已知检测器所获得的毛发-皮肤对比度并不是完全令人满意的。此外,毛发在垂直于入射光的偏振方向的平面中的方位是确定毛发检测的敏感度和特异性的关键参数。

[0004] 已经试图例如通过使用椭圆或圆形偏振的入射光(W02008/072151 A2)或者通过使用径向偏振或其它类型的时间不变且空间变化的偏振(本申请人还未公开的专利申请,专利事务所卷号2011PF00990)而降低毛发检测系统的方位依赖性。虽然这些解决方案提供了明显有所改进的结果,但是仍然存在一定的方位依赖性。例如,使用径向偏振使得毛发-皮肤对比度中的方位相关变化达到平均而不是使得系统完全不依赖于方位。

[0005] 从US2012/0002204已知使用用于检测在第一波长和在第二波长的通过毛发和/或表面散射和/或反射的光学辐射的检测器来检测皮肤表面附件的毛发。

[0006] 从US2011/0144503已知通过线性二色性、圆二色性或双折射非侵入性测量双折射组织(例如胶原蛋白)。可选的偏振敏感光学测量器件可以用于在诸如韧带或腱的胶原蛋白的单向定向链的变性与诸如皮肤的真皮层或关节囊中的胶原蛋白的平面胶原蛋白表面的变性之间进行辨别。

[0007] 从US2011/0074946已知测量双折射纤维的视觉外观。一个方法包括发射光,建立发射光的 N_i 偏振态,利用该偏振的发射光照射双折射纤维,从而产生双折射纤维中的光线的 IR_i 内反射分量, ER_i 外反射分量和 DI_i 散射分量,观察来自被照射的双折射纤维中的光线,建立被观察光线的 O_i 偏振态,形成被观察偏振光线的 X_i 图像,每个图像包括信息($N_i, O_i, IR_i, ER_i, DI_i$),其中 $i=1,2,\dots,n$ 并且 $n \geq 4$,测量 X_i 图像中的每个像素的强度 I_i ,并且对 X_i 图像从第 i 个图像中分离第 i 个内反射分量、第 i 个外反射分量和第 i 个散射分量。

发明内容

[0008] 本发明的目标是针对毛发的不同方位进一步改进毛发-皮肤对比度。

[0009] 根据本发明的第一方面,该目标通过提供一种毛发处理设备而实现,其包括用于检测皮肤表面附近的毛发的检测器,该检测器包括用于生成具有初始偏振方向的光束的光源,用于在至少第一偏振方向和第二偏振方向之间对该光束的偏振方向进行时间相关调制的偏振调制器,光学元件,被配置并布置为将所述光束从所述偏振调制器引向物镜以用于将所述光束聚焦在皮肤表面附近的毛发;所述光学元件还被配置和布置为将与所述毛发或所述皮肤表面交互的光通过所述物镜返回所述偏振调制器;和

[0010] 基于光的偏振敏感检测单元,被配置和布置为用于检测与毛发或皮肤表面进行交互并且通过所述物镜并通过所述偏振调制器返回的光线,并且用于辨别该交互光线何时具有不同于初始偏振方向的偏振方向分量。

[0011] 毛发的双折射效应取决于入射偏振的方向。当入射光束以关于毛发成直角击中毛发时,该毛发的双折射属性导致横向通过毛发的光线的偏振发生变化。该偏振变化在光束的偏振方向关于毛发的光学轴线成 45° 时为最大值并且当处于 0° 或 90° 角时为最小值。当双折射效应处于最小值时,该基于光的偏振相关检测单元将不会辨识出许多具有不同于初始偏振方向的偏振方向分量的光。当双折射效应处于最大值时,从毛发返回并且具有不同于初始偏振的偏振方向分量的光也将处于最大值。通过对光的偏振方向进行调制,返回光的不同偏振方向分量将因此发生变化,并且将例如在交叉偏振通道中提供具有时间相关分量的检测信号。

[0012] 通过检测返回光中的该时间相关分量,能够检测到毛发的存在。如以下将要阐述的,不同于直接检测,例如交互光的交叉偏振分量,也能够以其它方式来辨识出交叉偏振分量的存在。本发明给出了多

[0013] 种可靠地检测返回光的不同偏振方向分量的变化以便检测毛发存在的方式。

[0014] 在下文中,大多数实施例将使用具有某个调制频率的对入射偏振的周期性调制,并且所要考虑的不同偏振方向分量与初始偏振方向是正交的。然而,所要注意的是,调制并非必须是周期性的并且可以通过观察交互光的其它偏振方向分量而获得相似的结果。为了进行最为敏感且准确的检测,优选正交偏振方向分量的周期性调制和检测。

[0015] 在根据本发明的设备的第一实施例中,该基于光的偏振敏感检测单元包括偏振敏感光传感器,其用于有选择地检测与毛发或皮肤表面进行交互的光的不同于初始偏振方向的偏振方向分量。如果偏振方向被周期性调制,则相位敏感检测单元可以耦合至该偏振调制器和偏振敏感光传感器以便检测来自偏振敏感光传感器的传感器信号和来自偏振调制器的基准信号之间的相位差,该基准信号具有该调制频率。

[0016] 该偏振敏感光传感器例如检测从皮肤或毛发返回的光的交叉偏振分量。针对从毛发返回的光,所检测的信号在每个入射偏振方向和毛发形成 45° 角的时刻表现出最大值。通过检测返回光的该AC分量,能够检测到毛发的存在。当入射偏振的方向以频率 f 进行调制时,该偏振敏感光传感器将生成相同频率的周期性检测信号。该检测信号还可以包括 $2f$ 分量和更高谐波。

[0017] 该检测信号的AC分量的振幅在入射偏振的方向与毛发的光学轴线成 45° 角时处于

最大值。该检测信号的相位敏感检测使得即使在该检测信号的噪声非常大并且AC分量相对小的时候也能够准确检测该AC分量。来自偏振调制器的基准信号被相位敏感检测单元用于以信号发出检测信号中与基准信号具有相同频率的那些分量。该基准信号的频率可以被翻倍(或三倍)以便使得能够检测2f分量和更高谐波。

[0018] 在另一个实施例中,该光源包括激光二极管,该光学元件被配置为将与毛发或皮肤表面进行交互的光光学反馈至该激光二极管。该基于光的偏振敏感检测单元包括振荡参数监测单元,其用于监测该激光二极管的振荡参数并且分析该振荡参数以便辨识出该交互光线何时具有与初始偏振方向正交或以其它方式有所不同的偏振方向分量。

[0019] 进入该激光二极管的光束的光学反馈改变该激光二极管的振荡表现。该振荡表现的许多参数取决于反馈光的偏振方向。到激光二极管的光的正光学反馈以及所导致的振荡特性的变化对该激光二极管的振荡参数有所影响,诸如激光二极管的驱动电流、发射谱、阈值电压、谱线宽度、不稳定性的振幅或开始。当返回光来自以正确角度(毛发的光学轴线和入射光束的偏振方向之间的45°角)击中的毛发时,所发射和返回的光由于毛发的双折射而具有不同的偏振方向,这导致了不同的振荡特性。当光束以“错误”角度(并非45°,接近于0°或90°)击中毛发时,返回光束的偏振将与发射光束的更为接近。通过对至少一个相关振荡参数进行分析,能够观察到何时检测到毛发。当入射光的偏振方向和毛发的光学轴线之间的角度利用调制频率进行调制时,该激光二极管的振荡参数相应地发生变化。这些参数的变化能够以多种不同方式进行检测。

[0020] 在一个实施例中,该光束的偏振方向是振荡参数并且该振荡参数监测单元包括偏振敏感光检测器,其用于有选择地检测该激光二极管所发射的光中不同于初始偏振方向的偏振方向分量。

[0021] 被反馈光的偏振方向所影响的振荡参数之一是发射光的偏振方向。当返回的光来自皮肤表面时,由激光二极管所发射并且返回到激光二极管的光具有相同的偏振方向。当返回的光线来自以正确角度(毛发的光学轴线和入射光束的偏振方向之间的45°角)击中的毛发时,所发射和返回的光由于毛发的双折射而具有不同的偏振方向。当光学反馈向激光二极管返回具有变化的偏振方向的光时,该二极管的振荡表现将发生变化,并且例如所发射光的偏振方向的正交分量将会增加。该效果被偏振敏感光检测器所检测,后者将在入射偏振被调制时提供AC信号。当该光束以“错误”角度(并非45°,接近于0°或90°)击中毛发时,返回光束的偏振方向将与发射光束的更为接近,并且来自偏振敏感光传感器的信号减小或消失。当使用入射偏振方向的周期性调制时,光传感器信号的变化将导致使用相位敏感检测被检测到的AC分量,而来自偏振调制器的基准信号作为基准。

[0022] 振荡参数监测单元可以包括相位敏感检测单元,其耦合至偏振调制器并且被配置为检测振荡参数和来自偏振调制器的基准信号之间的相位差,该基准信号具有调制频率。利用这样的相位敏感检测器,振荡参数的小幅变化也能够被可靠检测。

[0023] 本发明的这些和其它方面由于随后所描述的实施例而是显而易见的并且将参考其进行阐述。

附图说明

[0024] 在附图中:

- [0025] 图1示意性示出了根据本发明的示例性毛发检测器；
[0026] 图2示意性示出了具有光学反馈回路的毛发检测器；
[0027] 图3示意性示出了具有光学反馈的不同毛发检测器；和
[0028] 图4示意性示出了具有毛发检测器的毛发处理设备。

具体实施方式

[0029] 图1示意性示出了根据本发明的示例性毛发检测器10。原则上,检测器10适于检测任意表面处的任意类型的双折射物体。例如,检测器10可以适于检测人类或动物皮肤21中的胶原以便确定皮肤弹性。然而,在下文中,检测器10将被用于检测人类或动物皮肤表面21上的毛发。毛发检测在基于IPL(脉冲强光)或基于激光的剃毛装置中会是有用的。图1的毛发检测器10包括激光源11,其用于优选地以光谱中的近红外或红外部分发射激光束31。典型地,使用其波长处于400和2000nm之间的光。优选处于600-1064nm范围中的波长。例如,可以使用Nd:YAG激光二极管。如透镜14、针孔16和/或镜17之类的光学元件将光束31指向物镜以便将光束31聚焦在皮肤21或其附近。耦合至激光源11和/或光学元件14、17(的一部分)的控制单元(未示出)控制激光束31的确切光学路径以便对皮肤21上要测试毛发22的存在的确切区域进行控制并且使得能够对皮肤21的线条或2D区域进行扫描。

[0030] 到达皮肤21的光束31将通过散射、反射和其它交互而部分返回。返回光通过相同物镜18进入检测器10并且被分析以便找出在焦点处是否有毛发存在。针对该分析,使用毛发的双折射效应。当入射光束31以关于毛发的正确角度击中毛发时,毛发的双折射属性使得穿过毛发的光的偏振发生变化。根据本发明的毛发检测器10的光源11提供具有某个初始偏振方向的光31以便使得可能检测到该偏振变化。基于光的偏振敏感检测单元13可以被用于检测该偏振变化并且确定何时毛发出现在焦点位置。

[0031] 偏振的变化在光束31的偏振与毛发成 45° 角时处于最大值并且当处于 0° 或 90° 时为最小值。然而,毛发相对于皮肤21和检测器10的方位对于不同毛发而言有所不同并且可以在该毛发处理设备沿皮肤表面21移动的同时发生变化。图1的毛发检测器10因此包括偏振调制器32,其用于在第一和第二偏振方向之间对光束的偏振进行调制。该调制优选地具有周期性属性并且具有固定的调制频率。然而,也可以使用入射偏振的其它变化形式。偏振调制器32例如可以是压电弹性或电光学调制器,能够以高速对光束的偏振进行调制。在压电弹性调制器中,随着压电弹性材料被调制,平行或垂直于调制器轴线的偏振分量以稍微不同的速度行进。因此在两个分量振荡之间形成了相位差,例如作为时间函数的正弦地形成。第一和第二偏振方向之间的角度优选地至少为 45° ,而使得针对大多数毛发而言,将存在至少一种其中偏振方向和毛发的光学轴线之间的角度为 45° 的配置。利用大约 90° 的调制范围,针对所有毛发并且以所有可能方位提供了这样的配置。

[0032] 图1的检测器10包括基于光的偏振敏感检测单元13,其用于选择性地检测返回光中的优选正交的不同的偏振分量。这里的正交偏振意味着与光源11所提供的光的初始偏振方向正交的偏振。在该实施例中,检测单元13包括偏振分束器15、光传感器12和相位敏感检测器19。从皮肤21或毛发返回的光被诸如镜17、透镜14之类的光学元件以及偏振分束器15指向光传感器12。由于偏振分束器15和/或偏振滤波器(未示出),光敏感传感器12仅检测具有与初始偏振不同的所选择偏振分量的光。当双折射效应处于最小值时(偏振方向和毛发

的光学轴线之间成 0° 或 90° 角)或者当光从皮肤表面而不是从毛发返回时,返回光中以不同方式偏振的分量很小或者甚至不存在。当双折射效应处于最大值时(偏振方向和毛发的光学轴线之间成 45° 角),返回光中以不同方式偏振的分量也处于最大值。当入射光束31的偏振以调制频率 f 进行调制时,光传感器12将以相同的频率 f 周期性地测量该最大信号。当对光的偏振方向进行调制时,返回光的正交分量因此将相应地变化并且检测信号将包括交叉偏振通道中的AC分量。通过检测返回光中的该AC分量,能够检测到毛发的存在。

[0033] 原则上,能够使用许多不同的信号分析方法来确定传感器信号何时指示找到了毛发。例如,用于检查正交分量是否达到某个阈值的简单电路可能就已经足够。在该实施例中,使用相位敏感检测器19。相位敏感检测器19使用来自偏振调制器32的基准信号。该基准信号具有与偏振调制的频率相同的频率。相位敏感检测器19确定该基准信号和传感器信号之间的相位差。在发现相位差由于入射偏振的时间变化而处于最大值的那些位置有毛发存在。可以使用锁相放大器进行相位敏感检测。

[0034] 图2示意性地示出了具有光学反馈回路的毛发检测器10。在该实施例中,由于毛发存在所引发的偏振变化被光学反馈到激光器11中并且这将导致激光器11的振荡表现和发射频谱的变化。激光源的诸如输出偏振、阈值电流、发射谱和终端电压之类的许多振荡特性将取决于该光学反馈。能够对这些输出波动进行监测以便基于毛发存在所引发的去偏振效应而检测毛发的存在。在该实施例中,由激光驱动器监测器件29对驱动电流和/或其它操作参数进行监测。与图1中相同,使用来自偏振调制器32的基准信号的相位敏感检测器19可以被用于检测波动的驱动电流信号和基准信号之间的相位差以便确定何时检测到毛发。

[0035] 图3的实施例也使用光学反馈来检测交叉偏振通道中的AC分量。在该实施例中,毛发存在所引发的偏振变化被光学反馈至激光器11中并且这将导致激光器11的发射谱的偏振变化。在该示例性实施例中,激光二极管的后面进行防反射涂覆。从毛发所检测到的反射/散射光被光学耦合至激光二极管。来自未涂覆的前面的激光功率被用来使用偏振敏感光检测器12而记录振荡表现,偏振敏感光检测器12例如包括偏振分析器和光电二极管。当返回光从皮肤进行反射/散射时,光学反馈提供具有入射偏振的光并且偏振敏感光检测器12检测到或多或少的稳定DC信号。当激光束31聚焦在毛发时,偏振调制器将导致毛发的双折射效应随着入射光束的偏振而变化。当入射光束31的偏振与毛发的光学轴线成正确角度(45°)时,返回光束将具有有所增加的正交分量和有所减少的平行分量。作为结果,激光二极管的振荡特性有所变化。激光二极管发射更多具有正交偏振的光并且来自光检测器12的信号有所增加。检测器12的信号的周期性变换指示毛发的存在。与之前示图中相同,耦合至偏振调制器32的相位敏感检测器19可以被用于可靠地检测具有与偏振调制器32的调制频率相同频率或者其整数倍频率的周期性变换。

[0036] 图4示意性地示出了具有毛发检测器10的剃毛设备40。剃毛设备40包括与以上参考图1所描述的相类似的毛发检测器10。同样的参考标记对应于相似特征。除了以上已经讨论的特征之外,剃毛设备40还可以包括光学或接触窗口43和浸液44以便改善进入皮肤21的辐射的渗透属性。例如,流体84可以是折射率匹配的流体,其具有处于光学窗口的折射率和皮肤21的折射率之间的一半的折射率。优选地,所有折射率基本上是相等的。流体44也可以出于对皮肤21进行冷却或者以其它方式对其进行处理的目的是选择。此外,虽然接触窗口43是可选的,但是其有助于用作确定诸如毛发22的皮肤对象的位置的基准。

[0037] 剃毛设备40不仅可以将激光源11用于检测毛发22而且还可以用于对其进行切割。当激光源11被用于切割时,其可以以与检测毛发22时不同的功率水平进行操作。可替换地,使用单独的激光源(未示出)来进行毛发22的切割。对切割处理的控制可以由控制单元或者另外的切割处理器(未示出)来执行。该切割处理器耦合至基于光的检测器10以在皮肤表面21附近的毛发切割激光束的焦点位置激活毛发切割激光源,基于光的检测器已经在上述皮肤表面21中检测到毛发22的存在。

[0038] 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在不背离所附权利要求的范围的情况下设计出许多可替换的实施例。在权利要求中,出现在括号中的任何附图标记都不应当被理解为是对权利要求的限制。动词“包括”及其词性变化形式的使用并不排除存在权利要求中所提到的那些以外的要素或步骤。要素之前的冠词“一”或“一个”并不排除存在多个这样的要素。本发明可以利用包括若干不同部件的硬件和适当编程的计算机来实施。在列举出若干器件的设备权利要求中,这些器件中的数个可以由一个且相同的硬件来体现。某些措施在互相不同的从属权利要求中被引用的事实并非表示这些措施的组合无法被加以利用。

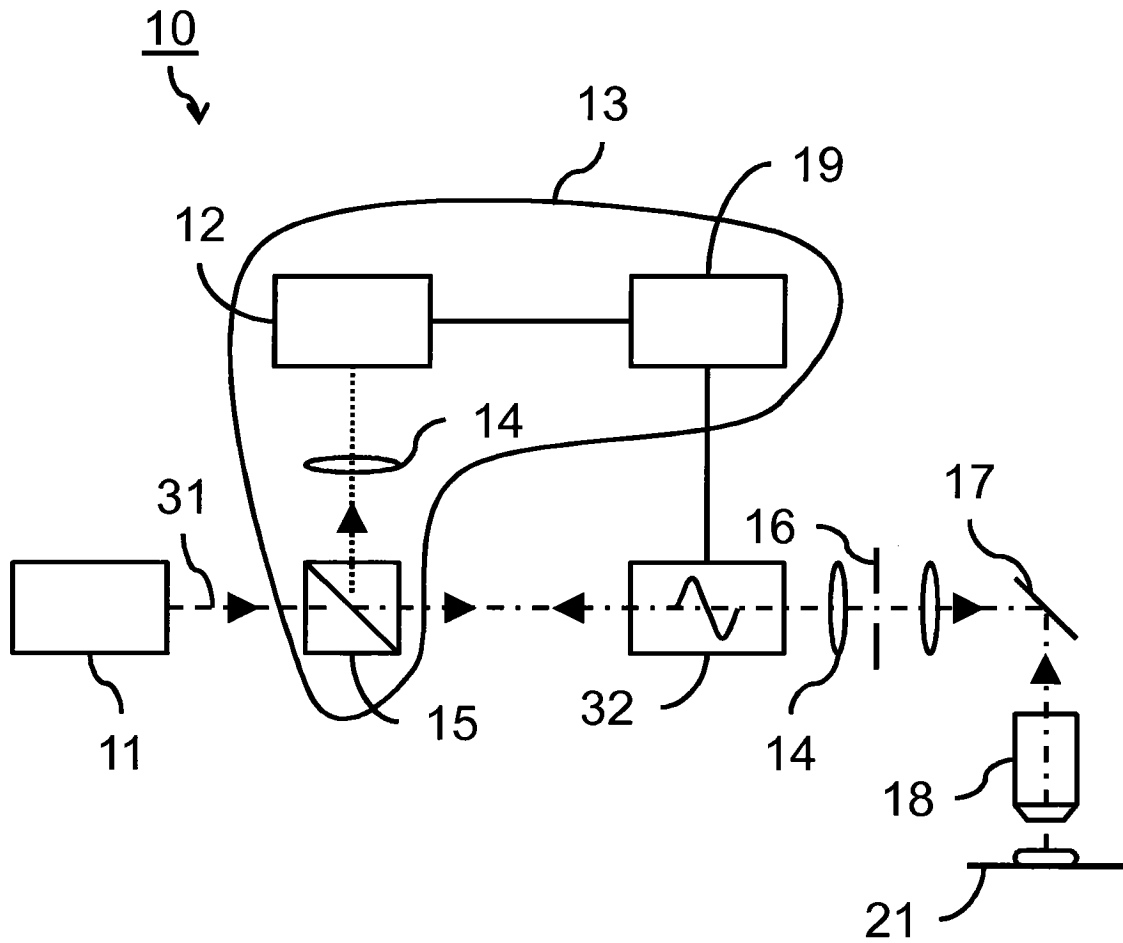


图1

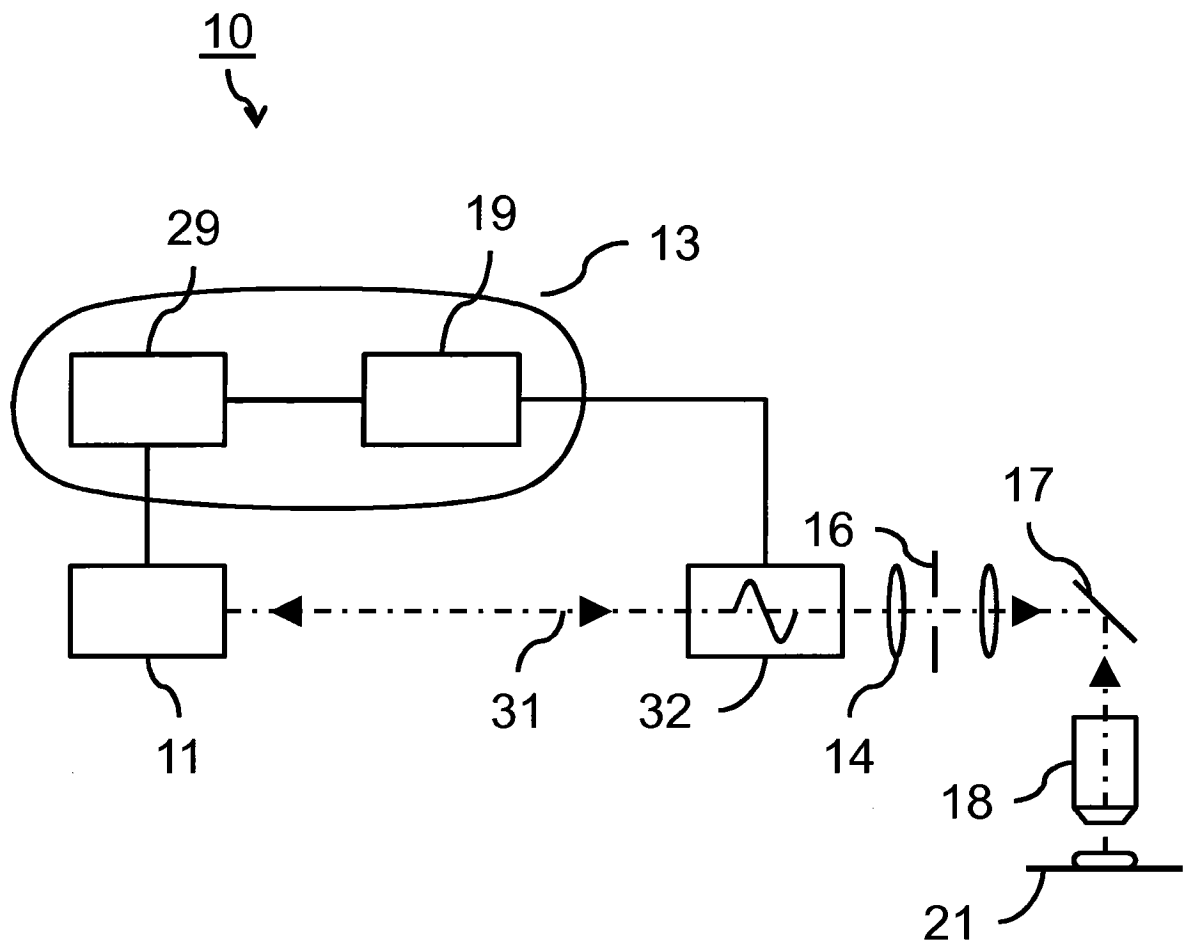


图2

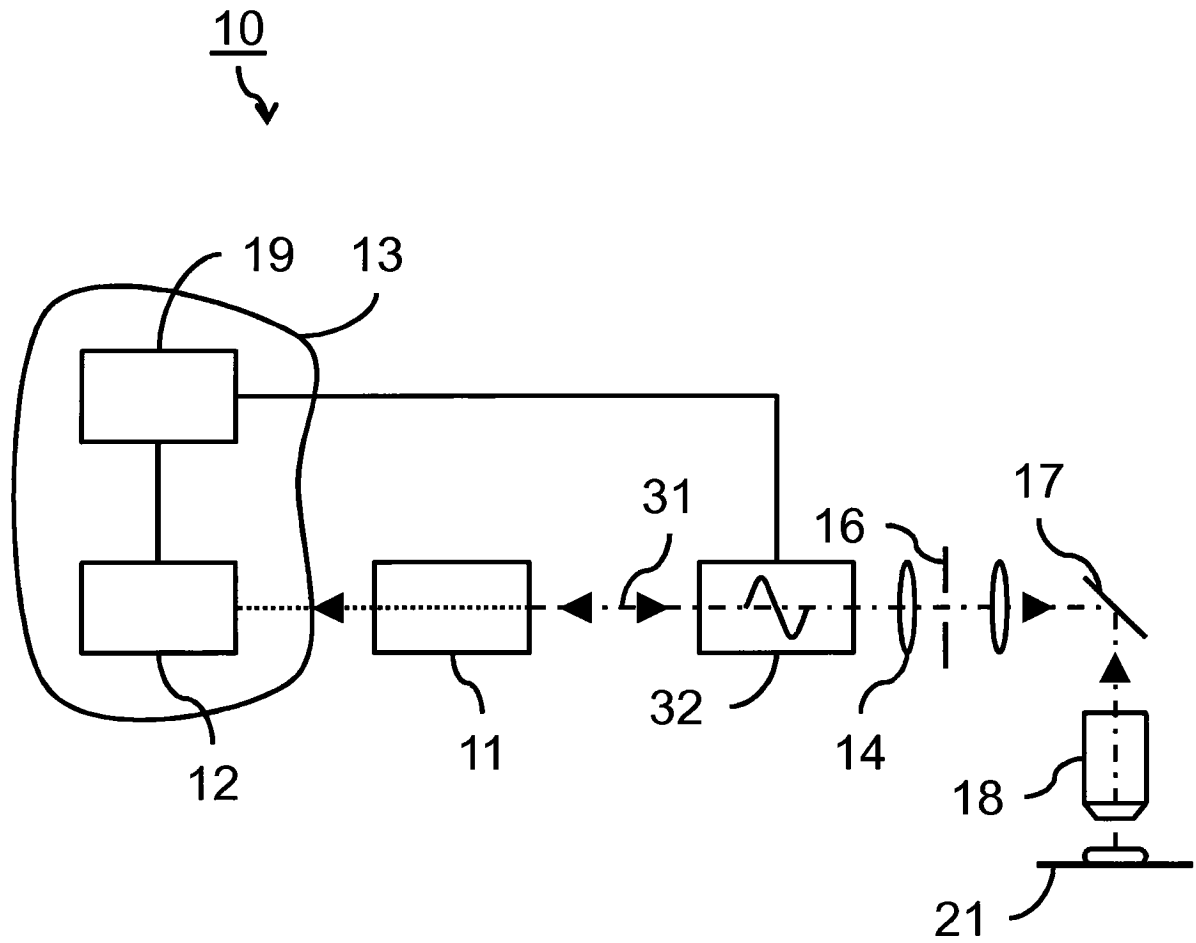


图3

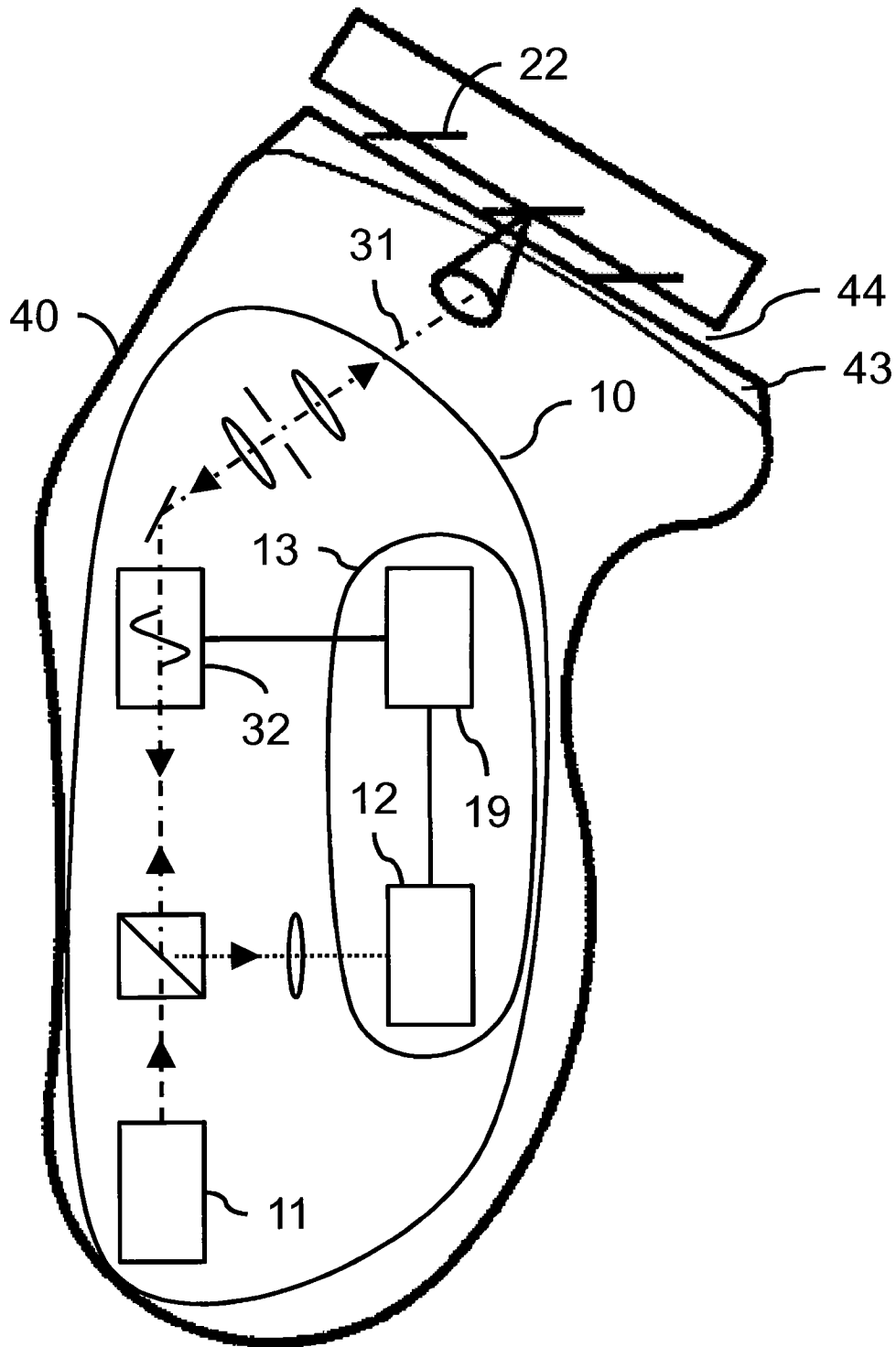


图4