



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108472078 B

(45) 授权公告日 2020.12.18

(21) 申请号 201680075440.0

(22) 申请日 2016.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108472078 A

(43) 申请公布日 2018.08.31

(30) 优先权数据  
15202208.3 2015.12.22 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2016/081630 2016.12.19

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/108639 EN 2017.06.29

(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 Y·P·J·鲍尔奎因 R·维哈根  
B·W·M·莫伊斯科普斯

K·K·苏马 J·P·H·特伯驰  
M·T·约翰森 A·J·M·J·拉斯  
G·W·鲁卡森 M·B·范德马克

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 郑立柱

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

(56) 对比文件  
WO 2014143670 A1, 2014.09.18  
CN 102481172 A, 2012.05.30  
US 2008244912 A1, 2008.10.09  
WO 2009074957 A1, 2009.06.18  
CN 1172420 A, 1998.02.04  
CN 102348425 A, 2012.02.08  
CN 203852422 U, 2014.10.01

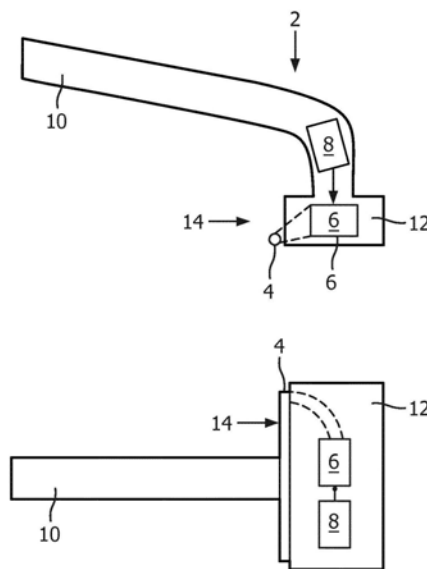
审查员 张蕴婉

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称  
毛发切割设备

(57) 摘要

提供了一种用于在对象的身体上切割毛发的毛发切割设备,所述毛发切割设备包括:光源以及切割元件,光源用于产生与被毛发中一个或多个发色团吸收的波长对应的一个或多个特定波长的激光;切割元件包括光波导,所述光波导被耦合到所述光源以接收激光,其中所述光波导的侧壁的一部分形成用于接触毛发的切割面,并且其中至少在所述切割面处,所述光波导具有等于或低于毛发的折射率并且高于皮肤的折射率的折射率。



1. 一种用于在对象的身体上切割毛发的毛发切割设备,所述毛发切割设备包括:  
光源,用于产生与被毛发中一个或多个发色团吸收的波长对应的一个或多个特定波长的激光;以及  
切割元件,包括光波导,所述光波导被耦合到所述光源以接收激光,其中所述光波导的侧壁的一部分形成用于接触毛发的切割面,并且其中至少在所述切割面处,所述光波导的折射率等于或低于毛发的折射率并且高于皮肤的折射率。
2. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.48。
3. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.50。
4. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.51。
5. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.52。
6. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.53。
7. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或高于1.54。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或低于1.56。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或低于1.55。
10. 根据权利要求1至6中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率等于或低于1.54。
11. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率在1.48-1.56的范围内。
12. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率在1.51-1.55的范围内。
13. 根据权利要求1所述的毛发切割设备,其中所述光波导在所述切割面处的所述折射率在1.53-1.54的范围内。
14. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导由二氧化硅、氟化物玻璃、磷酸盐玻璃、硫属化物玻璃和/或冕牌玻璃组成或包含二氧化硅、氟化物玻璃、磷酸盐玻璃、硫属化物玻璃和/或冕牌玻璃。
15. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导包括芯部,并且其中所述切割面是所述芯部的所述侧壁的一部分。
16. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导包括芯部和包围所述芯部的包层,其中所述切割面是所述包层的所述侧壁的一部分。
17. 根据权利要求16所述的毛发切割设备,其中所述芯部的折射率低于或等于所述毛发的所述折射率并且高于所述皮肤的所述折射率,并且其中所述包层的折射率低于所述芯

部的所述折射率。

18. 根据权利要求16所述的毛发切割设备,其中所述切割面包括所述包层的比所述光波导的其他部分上的所述包层更薄的部分。

19. 根据权利要求16所述的毛发切割设备,其中所述光波导是D形光波导或抛光的光波导。

20. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导包括芯部和部分地覆盖所述芯部的包层,其中所述切割面包括所述芯部没有被所述包层覆盖的部分。

21. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导的所述折射率随着与所述光波导的光轴的距离增加而减小,其中所述切割面距所述光轴的距离比所述光波导的其他部分更短。

22. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导的所述侧壁的第二部分形成皮肤界面,用于在切割界面接触毛发时接触所述对象的所述皮肤,并且其中所述光波导在所述皮肤界面处所述折射率高于皮肤的所述折射率。

23. 根据权利要求22所述的毛发切割设备,其中所述光波导包括芯部和部分地围绕所述芯部的包层,其中所述切割面被形成在所述芯部的侧壁中,并且其中所述侧壁的所述第二部分被形成在所述包层的侧壁中。

24. 根据权利要求1至7中任一项所述的毛发切割设备,其中所述光波导是光纤。

## 毛发切割设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在对象身体上切割(例如剃刮)毛发的毛发切割设备,并且具体涉及使用激光来切割或剃刮毛发的毛发切割设备。

### 背景技术

[0002] 用于在对象的身体上切割或剃刮毛发的剃刮设备通常利用一个或多个在刀片移动经过对象的皮肤时切割毛发的刀片。刀片在设备内可以是静止的,例如在湿式刮刀中,而在其他类型的设备中,例如电动剃刀,一个或多个刀片元件可以被致动(例如旋转或摆动)以产生切割动作。

[0003] 然而,在W02014/143670中已经提出了一种可替代类型的利用激光的剃刮设备。特别地,提供一种激光光源,其被配置为产生具有选定的对准预定发色团的波长的激光,以有效地切割毛干。光纤位于设备的剃刮部分上,所述剃刮部分定位成在近端处接收来自激光源的激光,将激光从近端向远端传导,并且当切割区域与毛发接触时从光纤的切割区域并且朝向毛发而发射出光。

### 发明内容

[0004] 为了获得良好的剃刮贴合性,剃刮设备的切割元件(即在W02014/143670的设备中的光纤)需要非常贴近皮肤或甚至接触皮肤。该设备以这样的方式制造,即当毛发与光纤接触时光线耦合到毛发中。特别地,这是通过具有比毛发低的折射率的光纤芯部实现的。然而,由于皮肤的折射率接近毛发的折射率,所以如果切割元件与皮肤接触,则激光也能够耦合到皮肤中。这可能会导致皮肤烧伤,并为这种类型的剃刮设备造成重大的安全问题。

[0005] 尽管W02014/143670描述了对象用光纤的光发射部分意外地接触身体的另一部分的风险可以通过仅从光纤的周边的一部分来去除光纤的包层通过产生切割元件来减小(应允许光纤在包层较厚处接触皮肤,并防止能量耦合到皮肤中,同时允许光纤在包层较薄或芯部暴露处接触毛发)。尽管这种方法看似合理,但实际上皮肤不能被认为是坚实的平坦表面,并且将光纤移动经过皮肤会诱发皮肤隆起和膨胀,并且因此皮肤将与薄的包层区域(或暴露的芯部)接触,激光会导致皮肤烧伤。

[0006] 因此,需要一种改进的毛发切割设备,其降低对象皮肤损伤或受伤的风险。

[0007] 根据第一方面,提供了一种用于在对象的身体上切割毛发的毛发切割设备,所述毛发切割设备包括光源,用于产生与被毛发中一个或多个发色团吸收的波长对应的一个或多个特定波长的激光;以及切割元件,包括光波导,所述光波导被耦合到所述光源以接收激光,其中所述光波导的侧壁的部分形成用于接触毛发的切割面,并且其中至少在所述切割面处,所述光波导具有等于或低于毛发折射率并且高于皮肤折射率的折射率。

[0008] 在一些实施例中,光波导在切割面处的折射率等于或高于1.48,可选地等于或高于1.50,可选地等于或高于1.51,可选地等于或高于1.52,可选地等于或高于1.53,可选地等于或高于1.54。

- [0009] 在一些实施例中,光波导在切割面处的折射率等于或低于1.56,可选地等于或低于1.55,可选地等于或低于1.54。
- [0010] 在一些实施例中,光波导在切割面处的折射率在1.48-1.56的范围内,可选地在1.51-1.55的范围内,可选地在1.53-1.54的范围内。
- [0011] 在一些实施例中,光波导由二氧化硅、氟化物玻璃、磷酸盐玻璃、硫属化物玻璃和/或冕牌玻璃组成或包含二氧化硅、氟化物玻璃、磷酸盐玻璃、硫属化物玻璃和/或冕牌玻璃。
- [0012] 在一些实施例中,光波导包括芯部,并且切割面是芯部的侧壁的一部分。
- [0013] 在备选实施例中,光波导包括芯部和包围芯部的包层,切割面是包层侧壁的一部分。在这些实施例中,芯部的折射率可以低于或等于毛发的折射率并且高于皮肤的折射率,并且包层的折射率可以低于芯部的折射率。在这些实施例中,切割面可以包括包层的比光波导的其他部分上的包层更薄的部分。
- [0014] 在一些实施例中,光波导是D形光波导或抛光的光波导。
- [0015] 在备选实施例中,光波导包括芯部和部分地覆盖芯部的包层,并且切割面包括芯部没有被包层覆盖的部分。
- [0016] 在备选实施例中,光波导的折射率随着与光波导的光轴的距离增加而减小,并且切割面距光轴的距离比光波导的其他部分更短。
- [0017] 在一些实施例中,光波导的侧壁的第二部分形成皮肤界面,用于在切割界面与毛发接触时接触对象的皮肤,并且光波导在皮肤界面处的折射率高于皮肤的折射率。
- [0018] 在一些实施例中,光波导包括芯部和部分地围绕芯部的包层,并且切割面被形成在芯部的侧壁中,并且侧壁的第二部分被形成在包层的侧壁中。
- [0019] 在优选实施例中,光波导是光纤。

### 附图说明

- [0020] 为了更好地理解本发明,并且为了更清楚地显示如何实施,现在仅作为例子参考附图,其中:
- [0021] 图1是根据本发明实施例的毛发切割设备的框图;
- [0022] 图2是示出了根据本发明实施例的示例性毛发切割设备的不同视图的一对示意图;
- [0023] 图3是图示毛发的折射率的图。
- [0024] 图4是图示皮肤表皮层的折射率的图。
- [0025] 图5是根据第一具体实施例的光纤切割元件的图示;
- [0026] 图6是根据第二具体实施例的光纤切割元件的图示;和
- [0027] 图7是根据第三具体实施例的光纤切割元件的图示。

### 具体实施方式

[0028] 如上所述,本发明提供了使用W02014/143670中描述的基于激光的剃刮设备的对象的安全性和舒适性的改进。特别地,已经认识到,通过选择具有等于或低于毛发折射率并且高于皮肤折射率的折射率的切割元件的光纤,当毛发与光纤接触时,激光可以耦合到毛发中,但光将不能耦合到皮肤中,从而降低了对对象皮肤烧伤或刺激的风险。

[0029] 应理解的是,本发明适用于剃刮设备(例如刮刀或电动剃刀)以及用于切割毛发的任何其他类型的设备(例如,理发推子),即使这些设备不是必需目的在于提供“清洁剃刮”(即去除在皮肤水平处的毛发)。

[0030] 图1是根据本发明实施例的毛发切割设备2的框图。图2示出了根据本发明的示例性实施例的手持刮刀形式的毛发切割设备2。毛发切割设备2用于在对象的身体上切割(例如剃刮)毛发。对象可能是人或动物。毛发可以是面部毛发(即对象面部上的毛发),或对象头上的头发或身体其他部位(腿,胸部等)上的毛发。

[0031] 毛发切割设备2包括切割元件4,当毛发切割设备2在对象的皮肤上移动时,该切割元件4能够切割毛发。切割元件4是布置在毛发切割设备2上的光波导4,使得光波导4的光轴(即,光通常沿着其传播通过光波导4的线)通常垂直于当毛发切割设备2移动经过对象的皮肤时毛发切割设备2移动以使毛发接触光波导4的侧壁(侧壁对应于光波导4的长边)的方向。在本发明的实施例的以下描述中,光波导是光纤4,但是本领域技术人员将会知道可以根据本发明使用的其它类型的光波导,诸如平板波导、条形波导或光子晶体波导。

[0032] 光源6被设置在产生一种或多种特定波长的激光的毛发切割设备2中。光源6被光耦合到光纤4,使得由光源6产生的激光被耦合到光纤4中(并且具体地被耦合到光纤4的一端中,使得激光传播通过光纤4)。

[0033] 光源6被配置成产生可以用于切割或燃烧毛发的一个或多个特定波长的激光。特别地,每个波长对应于被毛发中发现的发色团吸收的光的波长。众所周知,发色团是分子中的为分子提供其颜色的一部分。因此,激光将被发色团吸收并转化为热量,从而使毛发熔化或燃烧,或者以其它方式破坏毛发分子中的键合作用。

[0034] 可由光源6产生的激光所对准的合适的发色团包括但不限于黑色素、角蛋白和水。可以使用的激光的合适波长包括但不限于从380nm(纳米)至500nm和2500nm至3500nm的范围中选择的波长。本领域技术人员将会意识到由这些发色团吸收的光的波长,并且因此也知道光源6应该为此目的而产生的特定波长的光,并且本文未提供进一步的细节。

[0035] 在一些实施例中,光源6可以被配置成(同时或顺序地)产生多个波长的激光,其中每个波长被选择以对准不同类型的发色团。这可以改善光纤4的切割动作,因为使用激光可以燃烧毛发中的多种类型的分子。备选地,可以提供多个光源6,每个光源产生相应波长的激光,并且每个光源6可以耦合到相应的光纤4,以在设备2中提供多个切割元件4。

[0036] 毛发切割设备2还包括控制单元8,其控制毛发切割设备2的操作,并且特别是被连接到光源6,以控制光源6的启动和停用(并且在一些实施例中,控制由光源6产生的光的波长和/或强度)。响应于来自毛发切割设备2的用户的输入,控制单元8可以启动和停用光源6。控制单元8可以包括一个或多个处理器、处理单元、多核处理器或被配置为或被编程为控制毛发切割设备2的模块。

[0037] 如上所述,图2示出了手持式湿式刮刀形式的毛发切割设备2。图2示出了刮刀2的侧视图和仰视图。刮刀2包括用于对象(或设备2的其他用户)握持的手柄10,以及包括切割元件4(光纤)的头部12。如图所示,光纤4沿着头部的边缘布置,并且光纤14的一部分形成(或对应于)切割面14。切割面14是光纤14的一部分,该部分是当毛发切割设备2移动经过对象的皮肤时意图与毛发接触的部分。光源6和控制单元8被示出为分别结合到头部12和手柄10中,但是应理解的是,如图2所示的这些部件在毛发切割设备2中的位置不是限制性的。同样

应理解的是,图2所示的实施例仅仅是一个例子,本发明可以结合或用于任何类型的毛发切割设备2中,该设备通常包括用于物理地切割或切下毛发的刀片(无论刀片是静止的或被致动以实现切割动作)。

[0038] 图3中的图示出了毛发的折射率,其可以在M.D.Greenwell、A.Willner、Paul L.Kirk的论文中找到:Human Hair Studies:III.Refractive Index of Crown Hair, 31Am.Inst.Crim.L.&Criminology 746(1940-1941)。曲线1是复合线,曲线2是表示高加索人的折射率的线,曲线3是表示非高加索人的折射率的线。因此,可以看出,毛发的折射率在(大约)1.545和1.555之间,尽管个体之间会有变化。例如,上述论文也认识到,毛发的折射率可以取决于对象的性别,例如,女性毛发的折射率通常高于男性毛发的折射率。

[0039] 众所周知,由于空气的折射率低于光纤4的折射率,所以光纤4通过发生全内反射而用作从光源6耦合的光的波导。然而,如果具有比光纤4高的折射率的物体与光纤4接触,那么全内反射“受到影响”并且光可以从光纤4耦合到该物体中。因此,为了将光从光纤4耦合到毛发中(以提供根据本发明的切割动作),在毛发与光纤4接触的点,光纤4必须具有与毛发相同或更低的折射率。因此,至少在光纤4的切割面14部分,光纤4必须具有与毛发相同或更低的折射率。优选地,光纤4在切割面14的折射率与毛发相同,因为其提供了来自光纤4的光到毛发的最佳耦合。

[0040] 因此,在一些实施例中,至少在切割面14处的光纤4的折射率等于或低于1.56。更优选地,至少在切割面14处的光纤14的折射率等于或低于1.55。甚至更优选地,至少在切割面14处的光纤14的折射率等于或低于1.54,因为该折射率低于图3中标识的折射率。

[0041] 图4中的图在Huafeng Ding等人发表的论文中:“Refractive indices of human skin tissues at eight wavelengths and estimated dispersion relations between 300and 1600nm”,2006Phys.Med.Biol.51 1479,其图示了人类皮肤的实际和虚拟折射率(特别是皮肤的上层——表皮)与波长(分别为图(a)和(b))。每个数据点和相关误差条是从4或6个皮肤样本的12或18个测量结果中获得的平均值和标准差。

[0042] 因此,可以看出,表皮的折射率从可用于对准发色团的光的较短波长(例如380nm至500nm)的约1.47变化下降到在较长波长的约1.42。

[0043] 因此,为了避免(或至少基本上降低)当皮肤接触光纤4时的激光耦合到皮肤中的风险,在切割面14处,光纤4的折射率应高于皮肤的折射率,以避免切割面14与皮肤之间的接触导致光纤4中的全内反射受到影响。优选地,光纤4应该具有比皮肤表皮层的折射率高的折射率。甚至更优选地,光纤4的折射率应该高于作为表皮的最上层的、并且是与光纤4接触的部分的角质层的折射率。角质层的折射率根据水合水平和其他物质(霜剂、油等)的存在而变化并且在1.5至1.54的范围内。

[0044] 因此,根据图4所示的数据,在一些实施例中,至少在切割面14处的光纤4的折射率等于或高于1.48。更优选地,至少在切割面14处的光纤14的折射率等于或高于1.50。甚至更优选地,至少在切割面14处的光纤14的折射率等于或高于1.51。甚至更优选地,至少在切割面14处的光纤14的折射率等于或高于1.52或1.53。甚至更优选地,光纤14至少在切割面14处的折射率等于或高于1.54。

[0045] 应理解的是,优选的是光纤4的折射率相对于皮肤的折射率尽可能高,以避免或减少光耦合到皮肤的风险。

[0046] 因此,根据上述实施例,在一些实施例中,切割面14处的光纤4的折射率可选自1.48-1.56的范围,或更优选1.51-1.55的范围,或甚至更优选地选自在1.53-1.55或1.54-1.55的范围。

[0047] 应理解的是,在一些实施例中,光纤4的特定折射率的选择还可以考虑将用于产生切割动作的激光的波长,因为如图4所示皮肤的折射率随着入射光的波长而变化。

[0048] 光纤4可以由任何合适的材料或材料组合制成。例如,光纤可以由二氧化硅、氟化物玻璃、磷酸盐玻璃、硫属化物玻璃和/或冕牌玻璃(例如BK7)组成或包含上述物质。

[0049] 图5、图6和图7示出了根据本发明的切割元件4(光纤4)的三个示例性实施例。在图5、图6和图7中的每一个中,仅示出了毛发切割设备2的光纤4部分,并且光纤4被示出为侧面(即,沿着光纤4的光轴向下看)。

[0050] 在图5中,示出了具有芯部111的光纤110。该光纤110不包括围绕芯部111的任何包层。光纤110被示出为与毛发112和皮肤113接触。芯部111/光纤110的在使用期间意在接触毛发的侧壁的一部分形成切割面114。根据以上教导,芯部111的折射率等于或低于毛发的折射率并且高于皮肤的折射率(并且因此芯部111的折射率可以采用上面列出的折射率的示例性值中的任何一个),并且因此,例如该折射率可以选自1.48-1.56的范围,或更优选1.51-1.55的范围,或甚至更优选1.53-1.55或1.54-1.55的范围。

[0051] 因此,当在切割面114处与毛发112接触并且在界面115处与皮肤113接触时,激光通过切割面114耦合到毛发112中,因为切割面114处的芯部111的折射率小于毛发112的折射率。然而,由于界面115处的芯部111的折射率大于皮肤113的折射率,所以光不通过皮肤界面115从芯部111耦合到皮肤113。在界面115处可能存在消逝场,从中能量随着与芯部111的距离呈指数衰减,因此输送到皮肤113的能量太低而不能损伤皮肤113。

[0052] 芯部111可以具有均匀的折射率(即在整個芯部111中具有相同的折射率),或者它可以是渐变折射率光纤,这意味着折射率随着距离光轴的距离增加而减小。在任一情况下,如果光纤110具有圆形横截面,则在切割面114和界面115处的折射率将彼此相同。如下所述,在一些实施例中,光纤110可以不具有圆形横截面,并且光纤110可以被成形为使得光纤110在皮肤界面115处的折射率高于光纤110在切割面114处的折射率。

[0053] 在图6中,示出了具有芯部121和围绕芯部121的包层122的光纤120。芯部121的折射率低于或等于毛发112的折射率,但高于皮肤113的折射率。包层122的折射率低于或等于毛发112的折射率且低于芯部121并且高于皮肤113的折射率。

[0054] 光纤120被示出为与毛发112和皮肤113接触。包层122的意在使用过程中接触毛发的侧壁的一部分形成切割面123。根据以上教导,包层122的折射率低于或等于毛发112的折射率并且低于芯部121并且高于皮肤113的折射率。包层122可以是厚的或薄的(相对于芯部121的直径)。在该实施例中,包层122防止经由在芯部121和包层122之间的界面产生的消逝场、经过在光纤120与皮肤113之间的皮肤界面124的能量损失。

[0055] 通常,提供包层122以帮助将光保持在芯部121中。然而,在该实施例中,期望使光从芯部121经由包层122耦合到毛发112。可以实现这个的一种方式是通过存在非常薄的包层(仅在切割面123处,或者穿过整个光纤120)。特别地,包层122应当比芯部121中的光产生的消逝场的距离更薄。因此,光仍然能够耦合到具有更高折射率的材料中,但在具有较低的折射率的材料中的消逝场将被降低,以进一步降低皮肤113中的散射/吸收的可能性。能够



实现经由包层122从芯部121到毛发112的这种耦合的另外一种方式是构造光纤120,使得光在光纤120的特定部分(例如,在使用锥形光纤的情况下)中被引导为是在包层122中而不是在芯部121中传播。根据本实施例的光纤比其他实施例中使用的光纤更容易制造。

[0056] 在图7的实施例中,光纤130具有非圆形的横截面。特别地,光纤130包括芯部131和部分地围绕芯部131的包层132。切割面133由芯部131的暴露部分形成,或者由光纤130上的包层132比其他部分薄得多的部分形成。在正常使用期间(即,切割面133接触毛发的情况下),光纤130将在皮肤界面134处接触皮肤113,在此处,在芯部131和皮肤113之间存在包层132(或包层132的较厚的层)。

[0057] 在一些实施例中,光纤130可以已经形成为具有完全围绕芯部131的包层132,然后将包层132抛光或以其他方式成形,以沿着光纤的侧壁的一部分部分或完全去除包层132,以形成切割面133。备选地,包层132可以形成为仅围绕芯部131的一部分,以便使芯部131的侧壁的一部分暴露为切割面133。光纤130可以是D型光纤130。

[0058] 根据上面的教导,芯部131的折射率大于皮肤113的折射率,所以如果皮肤113接触切割面133、或接触皮肤界面134处的包层,则激光不耦合到皮肤。在该实施例中,包层132的折射率优选高于皮肤113的折射率,但是在一些实施例中,包层132的折射率可低于皮肤(因为在这种情况下,包层132的折射率被选择为使得来自芯部131的光不耦合到包层132中)。

[0059] 在另一个可以与图7中的非圆形横截面实施例组合的实施例中,光纤4可以是渐变折射率光纤,这意味着折射率随着距离光轴的距离增加而减小。在该实施例中,光纤4可以被成形为使得切割面14比皮肤界面更远离光轴,并且切割面14使得切割面14处的折射率等于或低于毛发的折射率并且高于皮肤的折射率,同时低于皮肤界面处的折射率。

[0060] 因此提供了一种改进的毛发切割设备,其具有降低对对象皮肤造成损伤或伤害的风险。

[0061] 通过研究附图,公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的本发明时可以理解和实现所公开的实施例的变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中记载的若干项目的功能。在相互不同的从属权利要求中记载了某些措施这一事实并不表示这些措施的组合不能被有利地使用。

[0062] 权利要求中的任何附图标记不应被解释为限制范围。

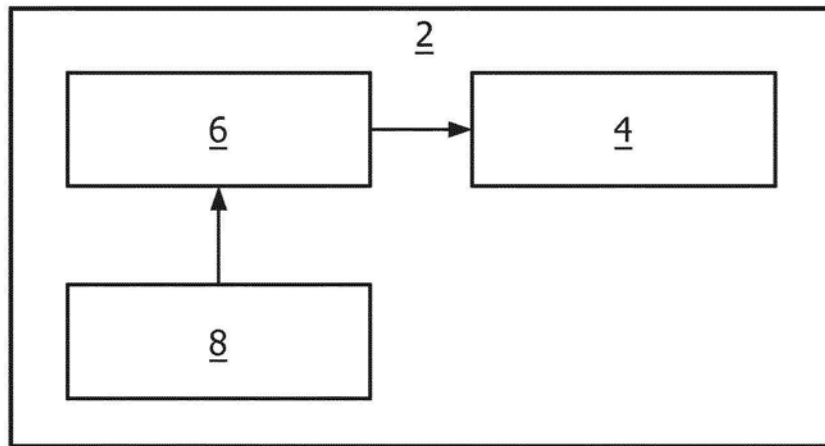


图1

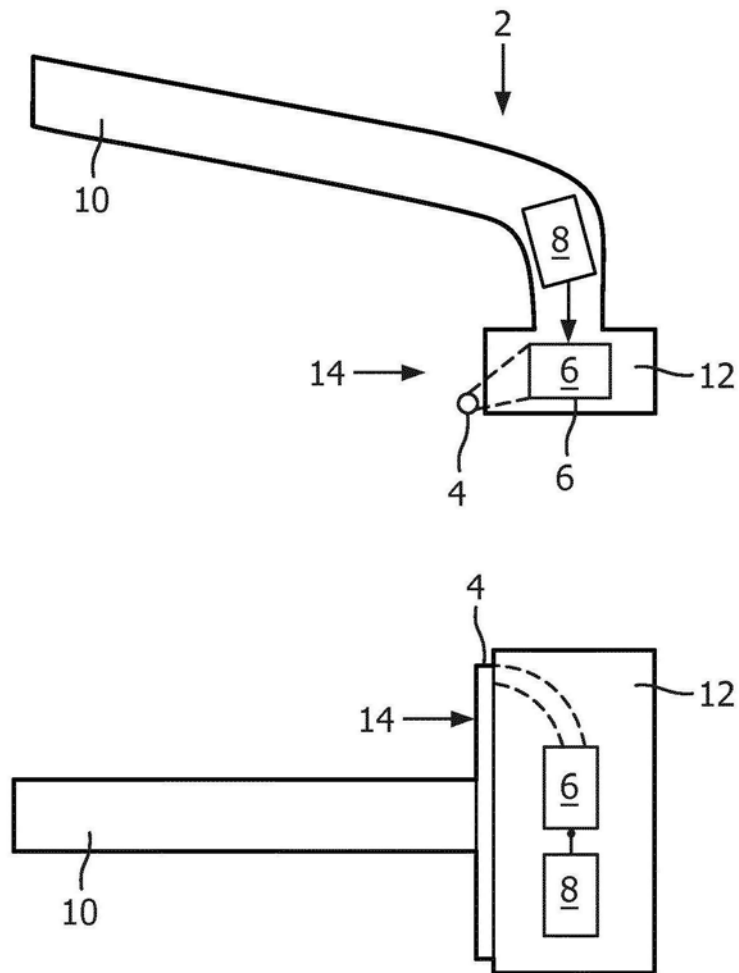


图2

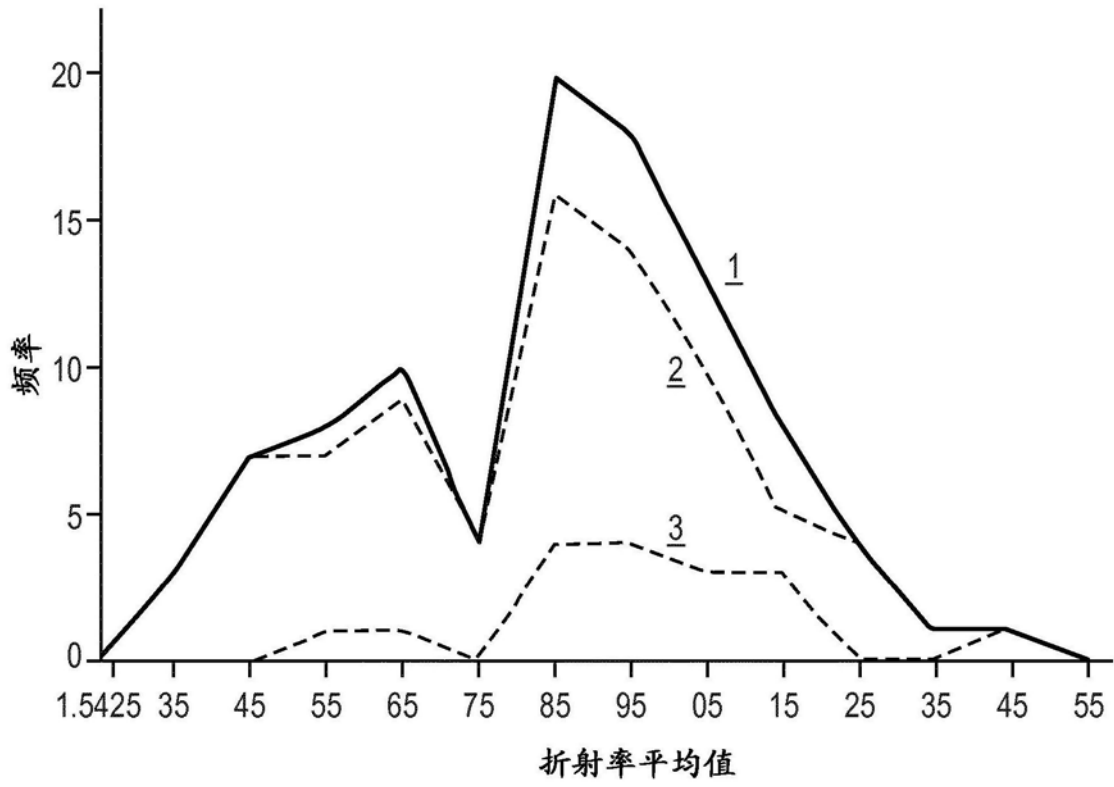


图3

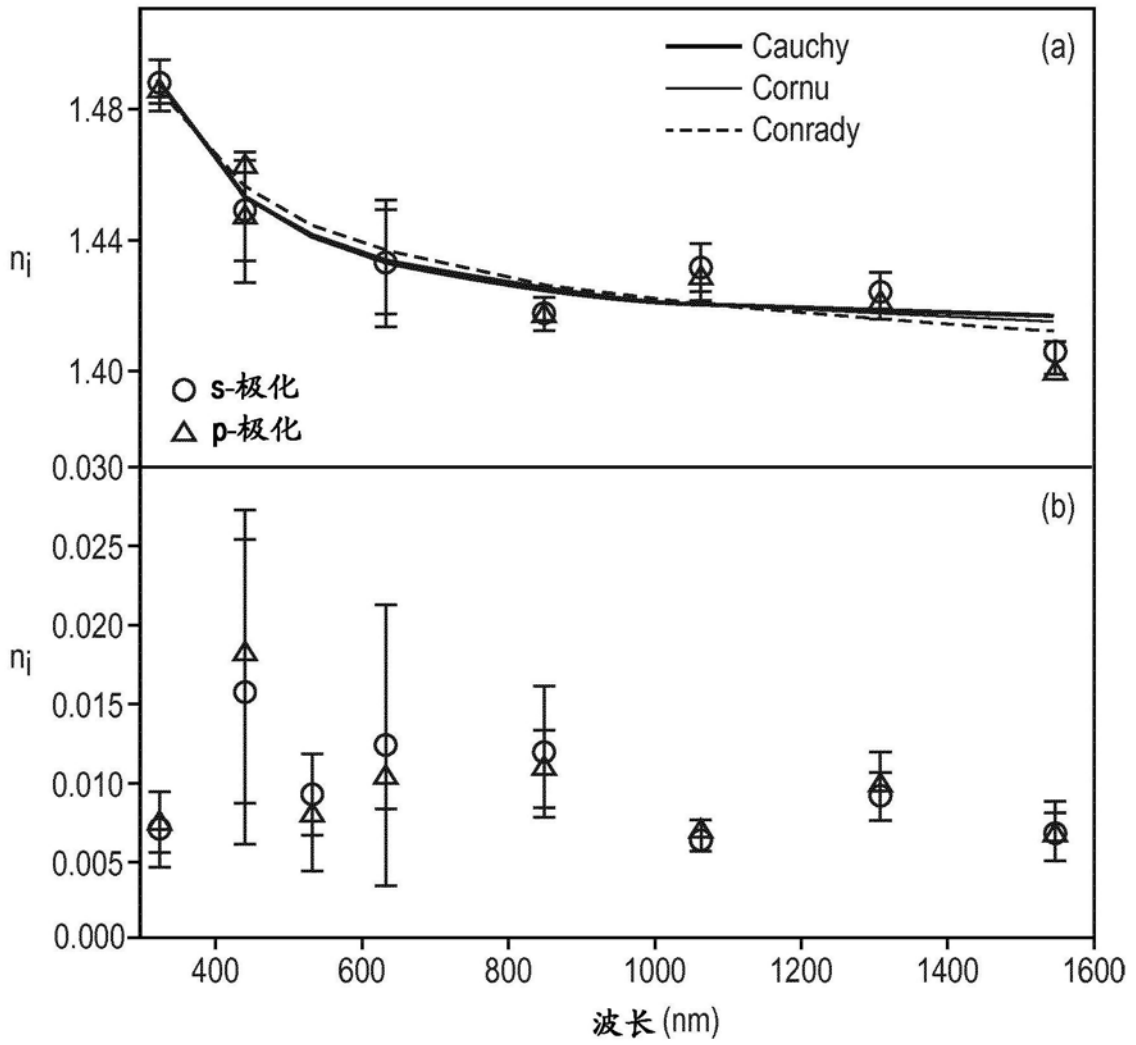


图4

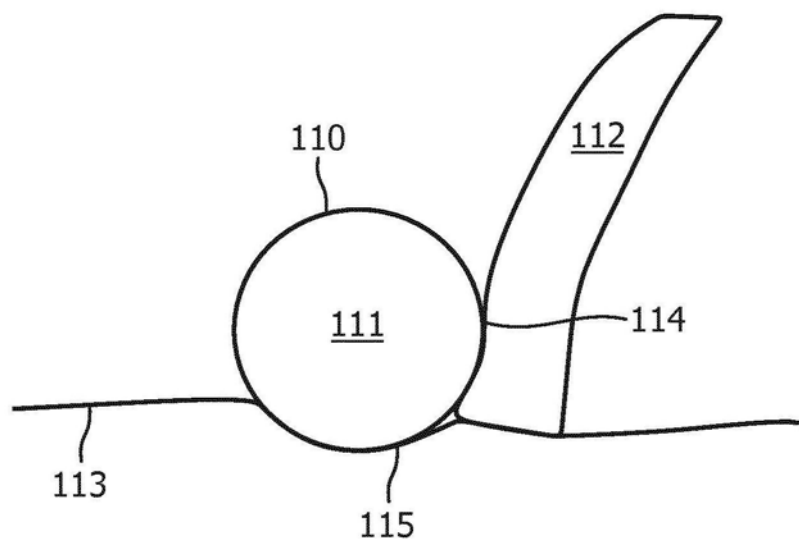


图5

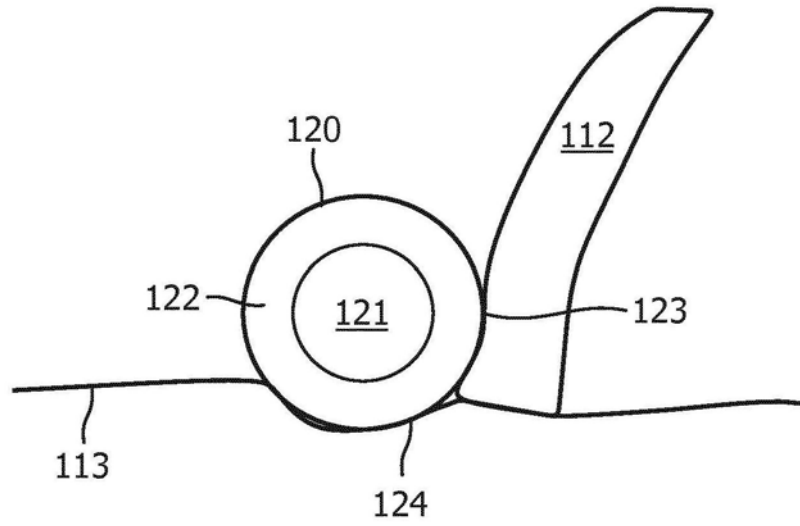


图6

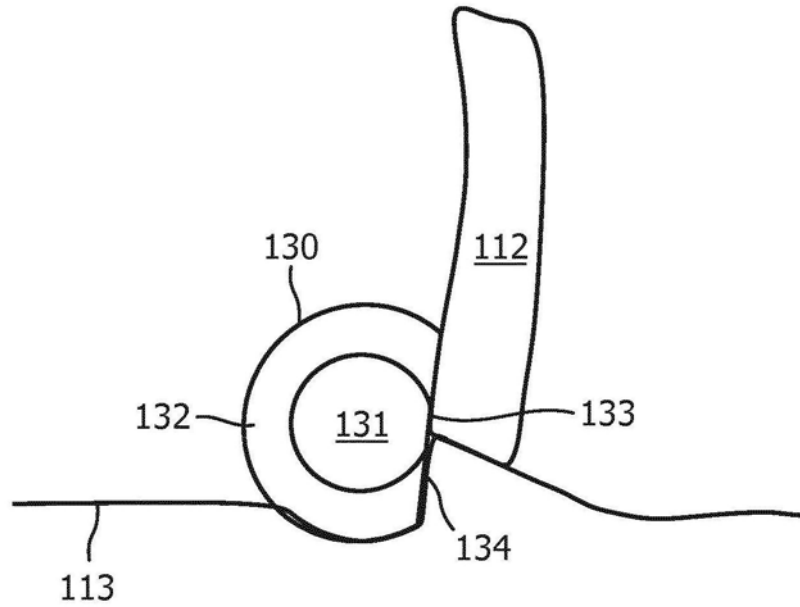


图7