



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102341056 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 01

(21) 申请号 201080009714. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 01. 14

A61B 19/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/146, 173 2009. 01. 21 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 08. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/021001 2010. 01. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02010/085414 EN 2010. 07. 29

(71) 申请人 爱尔康研究有限公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 A·N·阿尔茨约科维奇

M·巴克泽克 B·达凯

M·J·亚德洛斯基

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张阳

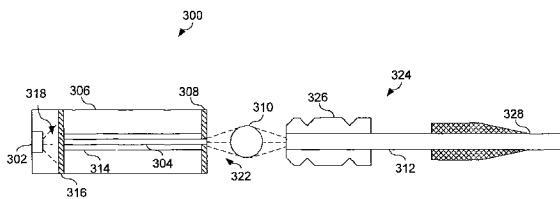
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

使用光纤生成的光的眼内部照明

(57) 摘要

在本发明的一个方面,一种眼内部照明器包括至少一个泵浦光源和光学耦合到所述泵浦光源的闪烁体光纤。所述闪烁体光纤接收所述泵浦光源的输出并且产生在不同于所述泵浦光源的输出的波长范围内的光。光学耦合元件将所述光耦合到光纤,所述光纤将光引导到眼内。



1. 一种眼内部照明器,包括:

至少一个泵浦光源;

光学耦合到所述至少一个泵浦光源的闪烁体光纤,所述闪烁体光纤可操作以接收所述至少一个泵浦光源的输出并且产生在不同于所述至少一个泵浦光源的输出的波长范围内的光;

光学耦合到所述闪烁体光纤的光学耦合元件,所述光学耦合元件可操作以接收来自所述闪烁体光纤的光;以及

光学耦合到所述光学耦合元件的光纤,所述光纤可操作以将光引导到眼内。

2. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中光管容纳所述至少一个泵浦光源和所述闪烁体光纤两者。

3. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,还包括在所述闪烁体光纤的远端的反射镜,所述反射镜可操作以反射在所述不同波长范围的至少一部分内的光并且传送所述至少一个泵浦光源的输出。

4. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中所述闪烁体光纤包括发光纤芯或覆层,所述发光纤芯或覆层可操作以产生在所述不同波长范围内的光。

5. 根据权利要求4所述的眼内部照明器,其中所述发光纤芯或覆层包括白磷光体。

6. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中所述光学耦合元件包括球透镜。

7. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中所述闪烁体光纤的纤芯直径和数值孔径等于或小于所述光纤的纤芯直径和数值孔径。

8. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中所述泵浦光源包括UV或蓝光LED。

9. 一种眼内部照明器,包括:

至少一个泵浦光源;

光学耦合到所述至少一个泵浦光源的多个闪烁体光纤,所述多个闪烁体光纤中的每一个可操作以接收所述至少一个泵浦光源的输出并且产生多个光学输出,所述闪烁体光纤的所述光学输出中的每一个各自位于不同于所述至少一个泵浦光源的波长范围的波长范围内;

光学组合元件,所述光学组合元件可操作以组合所述多个光学输出,以便产生组合的光学输出;

光学耦合元件,所述光学耦合元件可操作以接收所述组合的光学输出;以及

光学耦合到所述光学耦合元件的光纤,所述光纤可操作以将所述组合的光学输出引导到眼内。

10. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中光管容纳所述至少一个泵浦光源和所述多个闪烁体光纤两者。

11. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,还包括在所述多个闪烁体光纤的远端的反射镜,所述反射镜可操作以反射光并且传送所述至少一个泵浦光源的输出。

12. 根据权利要求1所述的眼内部照明器,其中所述光学组合元件包括选自以下的至少一个光学组合元件:

X 棱镜;

色散棱镜;以及

衍射光栅。

13. 根据权利要求 4 所述的眼内部照明器,其中所述多个荧光光纤包括掺杂有红、绿和蓝 (RGB) 有机染料的荧光光纤,所述多个荧光光纤可操作以产生 RGB 光学输出。

14. 根据权利要求 1 所述的眼内部照明器,其中所述光学耦合元件包括球透镜。

15. 根据权利要求 1 所述的眼内部照明器,其中所述闪烁体光纤的纤芯直径和数值孔径等于或小于所述光纤的纤芯直径和数值孔径。

16. 根据权利要求 1 所述的眼内部照明器,其中所述泵浦光源包括 UV 或蓝光泵浦光源。

17. 一种方法,包括:

从至少一个泵浦光源生成第一输出;

将所述第一输出光学耦合到至少一个光纤以产生具有不同于所述第一输出的光谱输出的至少一个光学输出;

用光学耦合元件将所述至少一个光学输出光学耦合到眼内部照明器光纤;以及

用所述眼内部照明器光纤引导所述光学输出照明眼内部区域。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述至少一个光纤包括荧光光纤。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述至少一个光纤包括掺杂有至少两种不同有机染料的荧光光纤,所述有机染料可操作以产生不同波长的光学输出,使得当被组合时所述光学输出产生白光。

20. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括将所述至少一个泵浦光源和所述至少一个光纤容纳在光管内。

21. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括:

反射所述至少一个光纤内的光以产生沿同一输出方向的光;以及

将所述至少一个泵浦光源的输出传送到所述至少一个光纤。

22. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述光学耦合元件包括选自以下的至少一个光学组合元件:

球透镜;

X 棱镜;

色散棱镜;以及

衍射光栅。

23. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述至少一个光纤的纤芯直径和数值孔径等于或小于所述眼内部照明器光纤的纤芯直径和数值孔径。

24. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述泵浦光源包括 UV 或蓝光泵浦光源。

25. 一种眼内部照明器,包括:

至少一个泵浦光源;

光学耦合到所述至少一个泵浦光源的至少一个荧光光纤,其中:

所述至少一个荧光光纤接收所述至少一个泵浦光源的输出;

所述至少一个荧光光纤的各区域掺杂有红、绿或蓝 (RGB) 有机染料,所述至少一个荧光光纤可操作以从所述至少一个泵浦光源的输出产生 RGB 光学输出;

光学组合元件,所述光学组合元件可操作以组合所述多个光学输出并且产生光;

光学耦合元件,所述光学耦合元件可操作以接收光;以及

光学耦合到所述光学耦合元件的光纤,所述光纤可操作以将光引导到眼内。

26. 一种眼内部照明器,包括:

至少一个泵浦光源;

光学耦合到所述至少一个泵浦光源的闪烁体光纤,所述闪烁体光纤包括所述闪烁体光纤的远端处适于定位在眼内的闪烁体器件,其中:

所述闪烁体光纤将所述至少一个泵浦光源的光学输出运载到所述闪烁体器件;并且

所述闪烁体器件可操作以接收所述光学输出并且产生在不同于所述至少一个泵浦光源的所述光学输出的波长范围内的光。

27. 根据权利要求 26 所述的眼内部照明器,其中所述泵浦光源包括 UV 或蓝光 LED。

28. 根据权利要求 26 所述的眼内部照明器,还包括滤光器,所述滤光器围绕所述闪烁体光纤布置并且被配置成滤除在所述至少一个泵浦光源的光学输出的波长范围内的光。

29. 根据权利要求 26 所述的眼内部照明器,其中所述闪烁体器件包括荧光材料。

30. 根据权利要求 26 所述的眼内部照明器,其中所述闪烁体器件包括磷光材料。

使用光纤生成的光的眼内部照明

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于 2009 年 1 月 21 日提交的、序列号为 61/146, 173 的美国临时申请的优先权, 上述申请的内容通过引用被合并于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及眼外科中使用的照明器, 尤其涉及产生适合于照明眼内部的眼内部照明器。

背景技术

[0004] 解剖学上, 眼被分为两个不同的部分, 即, 前段和后段。前段包括晶状体并且从角膜的最外层 (角膜内皮) 延伸到晶状体囊的后部。后段包括在晶状体囊后面的眼的部分。后段从前玻璃体面延伸到视网膜, 玻璃体的后玻璃体面与视网膜直接接触。后段远远大于前段。

[0005] 后段包括玻璃体, 其是一种透明、无色、凝胶状的物质。它组成眼体积的大约三分之二, 在出生前赋予它形式和形状。它由 1% 的胶原和透明质酸钠以及 99% 的水组成。玻璃体的前边界是接触晶状体后囊的前玻璃体面, 而后玻璃体面形成它的后边界, 并且与视网膜接触。玻璃体不类似于房水的自由流动, 而是具有正常的解剖附着部位。这些部位之一是玻璃体基底部, 其是 3-4mm 宽的带并且覆盖锯齿缘。视神经乳头、黄斑和血管弓也是附着部位。玻璃体的主要功能是将视网膜保持就位, 保持眼球的完整性和形状, 吸收由于运动产生的冲击, 和在后面支撑晶状体。与房水相比, 玻璃体不连续地被替换。玻璃体随着年龄在被称为凝缩的过程中变得更有流动性。凝缩导致玻璃体的收缩, 这会对它的正常附着部位施加压力或牵引力。如果足够的牵引力被施加, 玻璃体可能从它的视网膜附着部拉扯自身并且产生视网膜撕裂或裂孔。

[0006] 通常在眼后段中执行被称为玻璃体 - 视网膜程序的各种外科程序。玻璃体 - 视网膜程序适合于治疗后段的许多严重状况。玻璃体 - 视网膜程序治疗诸如年龄相关性黄斑变性 (AMD)、糖尿病性视网膜病和糖尿病性玻璃体出血、黄斑裂孔、视网膜脱落、视网膜前膜、CMV 视网膜炎的状况和许多其他眼科状况。

[0007] 外科医生用显微镜和被设计成提供后段的清晰图像的专用透镜执行玻璃体 - 视网膜程序。在巩膜上睫状环处制造长度仅为一毫米左右的若干微小切口。外科医生通过切口插入微型手术器械, 例如插入光纤光源以照明眼内部, 插入输注管线以在手术期间保持眼的形状, 和插入器械以切割和去除玻璃体。

[0008] 在这类手术程序期间, 眼内部的适当照明是重要的。典型地, 细光纤被插入眼内以提供照明。诸如金属卤化物灯、卤素灯、氙灯或汞蒸汽灯的光源常常用于产生由光纤运载到眼内的光。光穿过若干光学元件 (典型地, 透镜、反射镜和衰减器) 并且被发射到将光运载到眼内的光纤。这样的光的品质取决于包括所选择的光学元件的类型的若干因素。

发明内容

[0009] 在本发明的一个方面,一种眼内部照明器包括至少一个泵浦光源和光学耦合到所述泵浦光源的闪烁体光纤。所述闪烁体光纤接收所述泵浦光源的输出并且产生在不同于所述泵浦光源的输出的波长范围内的光。光学耦合元件将所述光耦合到光纤,所述光纤将所述光引导到眼内。

[0010] 在本发明的另一个方面,一种眼内部照明器包括至少一个泵浦光源和光学耦合到所述至少一个泵浦光源的多个闪烁体光纤。所述多个闪烁体光纤中的每一个可操作以接收所述至少一个泵浦光源的输出并且产生多个光学输出。所述闪烁体光纤的所述光学输出中的每一个各自位于不同于所述至少一个泵浦光源的波长范围的波长范围内。所述眼内部照明器还包括:光学组合元件,所述光学组合元件可操作以组合所述多个光学输出,以便产生组合的光学输出;光学耦合元件,所述光学耦合元件可操作以接收所述组合的光学输出;以及光学耦合到所述光学耦合元件的光纤。所述光纤可操作以将所述组合的光学输出引导到眼内。

[0011] 在本发明的又一个方面,一种方法包括从至少一个泵浦光源生成第一输出和将所述第一输出光学耦合到至少一个光纤以产生具有不同于所述第一输出的光谱输出的至少一个光学输出。所述方法还包括用光学耦合元件将所述至少一个光学输出光学耦合到眼内部照明器,以及用所述眼内部照明器的光纤引导所述光学输出以照明眼内部区域。

[0012] 在本发明的再一个方面,一种眼内部照明器包括至少一个泵浦光源和光学耦合到所述至少一个泵浦光源的至少一个荧光光纤。所述至少一个荧光光纤接收所述至少一个泵浦光源的输出。所述至少一个荧光光纤的区域掺杂有红、绿或蓝 (RGB) 有机染料。所述至少一个荧光光纤可操作以从所述至少一个泵浦光源的输出产生 RGB 光学输出。所述眼内部照明器还包括:光学组合元件,所述光学组合元件可操作以组合所述多个光学输出并且产生光;光学耦合元件,所述光学耦合元件可操作以接收所述光;以及光学耦合到所述光学耦合元件的光纤。所述光纤可操作以将所述光引导到眼内。

[0013] 本发明的另一个方面提供一种眼内部照明器,所述眼内部照明器包括至少一个泵浦光源和光学耦合到所述至少一个泵浦光源的闪烁体光纤。所述闪烁体光纤包括在所述闪烁体光纤的远端处的适于定位在眼内的闪烁体器件。所述闪烁体光纤将所述至少一个泵浦光源的光学输出运载到所述闪烁体器件,并且所述闪烁体器件可操作以接收所述光学输出并且产生在不同于所述至少一个泵浦光源的所述光学输出的波长范围内的光。

附图说明

[0014] 为了更全面地理解本发明及其优点,现在参考结合附图进行的以下描述,在附图中相似的参考数字表示相似的特征,并且其中:

[0015] 图 1 例示了根据本发明实施例的眼内部照明器可以置于其中的眼的解剖结构;

[0016] 图 2 例示了根据本发明实施例的照明眼内部的眼内部照明器;

[0017] 图 3 是根据本发明实施例的使用闪烁体光纤的 LED 泵浦眼内部照明器的框图;

[0018] 图 4 是根据本发明实施例的使用掺杂有红、绿和蓝染料的荧光光纤的 RGB 眼内部照明器的框图;

[0019] 图 5 是根据本发明实施例的使用具有掺杂有红、绿和蓝染料的不同区域的荧光光

纤的 RGB 眼内部照明器的框图；以及

[0020] 图 6 提供了与使用根据本发明实施例的眼内部照明器照明眼内部玻璃体区域的方法相关联的逻辑流程图。

具体实施方式

[0021] 图中例示了本发明的优选实施例，相似的数字用于表示各图的相似和相应部分。

[0022] 本发明的实施例提供了一种眼内部照明器，所述眼内部照明器包括一个或多个泵浦光源，和例如闪烁体光纤或荧光光纤的光纤。光纤耦合到泵浦光源以接收泵浦光源的输出并且产生光学输出，例如白光（在具有位于纤芯或覆层中的白磷光体的闪烁体光纤的某些实施例中）或红-绿-蓝（RGB）输出（在使用染色荧光光纤的某些实施例的情况下）。耦合到光纤的光学耦合元件接收光学输出并且将光学输出提供给内部照明器光纤，所述内部照明器光纤将光引入眼的内部区域。

[0023] 图 1 例示了由本发明提供的用于眼植入物的改进设计可以置于其中的眼解剖结构。眼 100 包括角膜 102，虹膜 104，瞳孔 106，晶状体 108，晶状体囊 110，小带，睫状体 120，巩膜 112，玻璃体凝胶 114，视网膜 116，黄斑，和视神经 120。角膜 102 是在眼表面上的用作窗口以让光进入眼睛的、透明的、圆顶状结构。虹膜 104 是被称为虹膜的眼的有色部分，是围绕瞳孔的、松弛和收缩以控制进入眼的光量的肌肉。瞳孔 106 是虹膜的圆形中央开口。晶状体 108 是有助于将光聚焦在视网膜上的眼内结构。晶状体囊 110 是包封晶状体的弹性袋，有助于在眼聚焦于处于不同距离处的物体时控制晶状体形状。小带是将晶状体囊附着到眼内以将晶状体保持就位的细长韧带。睫状体是附着到晶状体的肌肉区域，所述肌肉区域收缩和松弛以控制用于聚焦的晶状体的尺寸。巩膜 112 是保持眼形状的眼的强韧最外层。玻璃体凝胶 114 是大的、充满凝胶的部分，所述部分朝着眼球的后部定位，并且帮助保持眼的曲率。视网膜 116 是在眼后部中的光敏感神经层，其接收光并且将光转换为信号以发送到大脑。黄斑是包含用于看到微细节的感受器的眼后部中的区域。视神经 118 将来自眼的信号连接和传输到大脑。

[0024] 睫状体 122 位于虹膜 104 正后方。被称为小带 124 的微纤维“导丝”附着到睫状体 122。晶状体 108 由小带纤维 124 悬挂在眼内。用于睫状体 122 的营养来自同样还供给虹膜 104 的血管。睫状体 122 的一个功能是通过改变晶状体 108 的形状来控制顺应调节。当睫状体 122 收缩时，小带 124 松弛。这允许晶状体 108 加厚，增加眼睛近距离聚焦的能力。当看远处物体时，睫状体 122 松弛，导致小带 124 收缩。晶状体 108 则变得更薄，为远距视力调节眼焦点。

[0025] 图 2 是位于眼内的眼内部照明器 160 的横截面视图，所述眼内部照明器可以是根据本发明各实施例的内部照明器。图 2 描绘了使用中的带探针 162 的机头 164。探针 162 通过睫状环区域中的切口被插入眼 100 内。探针 162 照明眼 100 的内部或玻璃体区域 114。在该配置中，探针 162 可以用于在玻璃体-视网膜手术期间照明内部或玻璃体区域 114。

[0026] 眼内部照明器以前基于卤钨灯或高压弧光灯（金属卤化物，Xe）。弧光灯的优点是发光面积小（<1mm）、色温接近日光并且比卤素灯寿命更长（400 小时相比于 50 小时）。弧光灯的缺点是成本高、功率下降、系统复杂并且在系统的寿命期间需要若干次更换灯。

[0027] 基于 LED 的照明器可以提供低得多的成本和复杂性，以及 50,000 至 100,000 小时

的特征寿命,这将允许在器械的整个寿命期间以很小的输出降低操作眼科光纤照明器并且不需要更换 LED。典型的白光 LED 可以包括激励发出白光的白磷光体帽的紫外 (UV)/ 紫光 / 蓝光 LED。由于产生显著量白光所需的磷光体帽的尺寸,常规的白光 LED 是空间扩展的照明源,与眼外科中使用的光纤相比具有高数值孔径 (NA)。因此常规的白光 LED 通常不适于很好地耦合到这类光纤中。基于白光 LED 的可用的带尾纤的光纤照明器使用对接在 LED 磷光体上的光纤。光的仅一小部分可以被耦合到小数值孔径和小直径光纤中。因此可用的带尾纤的白光 LED 源输送低水平的光。

[0028] 不同于常规的照明器,本发明的各实施例从直接位于光纤内部的泵浦源的输出生成光学信号,例如(但不限于)白光、RGB 光学信号、黄光和蓝光光学信号以及绿蓝光和红光光学信号等。例如可以在光纤照明器的端部使用作为泵浦源的 532nm 绿光激光器以及黄染料将 532nm 光学信号转换为黄光照明。不同于常规白光 LED 的用产生光的 UV/ 紫光 / 蓝光 LED 照明大的磷光体面积,并且然后设法将这样的高 NA、扩展光源的光收集到光纤中,本发明的各实施例用 UV/ 紫光 / 蓝光来照明发光光纤(纤芯或覆层)。UV/ 紫光 / 蓝光 LED 或类似的单色 LED 可以典型地被制造成具有比白光 LED 远小的 NA 和更大的亮度,并且它们可以形成为条带或其他适宜的形状,使得它们可以更容易地耦合到眼外科中使用的光纤。尽管发光将沿所有方向发生,但是再发射的白光的主要部分将落在光纤 NA 内并且将被俘获在光纤内。这可以集中最终得到的光,使得与将常规白光 LED 耦合到光纤时相比照明器光纤的端部输送远高的单位面积照明水平。为了增加 UV/ 紫光 / 蓝光吸收的概率,系统可以被置于反射腔、累积球或光管内部。这些方法中的任一个都可以显著地增加 UV 射线通过的数量并且增加泵浦效率。

[0029] 本文使用的术语“闪烁体光纤”和“闪烁体器件”指代由能够将泵浦辐射转换为电磁谱的另一个范围(包括但不限于将高能粒子射线、x 射线和 UV 转换为低能光子)的材料形成的任何结构。根据本发明的各实施例可以利用用于产生照明的任何合适类型的闪烁体。转换效率是本发明具体实施例的显著优点,并且用于转换的发光过程可以取决于所使用材料而基于慢发射(磷光)或快发射(荧光)。在下面关于特定类型的闪烁体光纤或器件(例如荧光光纤)进行的描述的情况下,应当理解任何合适类型的闪烁体光纤或器件可以用于代替它。

[0030] 本发明的实施例使用具有发光纤芯或覆层的闪烁体光纤和泵浦光源,例如 UV 或蓝光光源,以及可选的反射系统,从而允许泵浦辐射的多次反射。这类闪烁体光纤例如可以用于通过发光将来自泵浦光源的 UV/ 紫光 / 蓝光照明转换为宽带光或白光。再发射的白光的一部分传播通过闪烁体光纤并且可以耦合到常规光纤或直接输送到照明器件。这类闪烁体光纤也可以被置于 UV 反射累积球或光管中以用于泵浦。也可以利用例如用于光生成的类似技术的激光器的各种泵浦方案,明显的区别在于不要求闪烁体光纤的输出必须是相干的。

[0031] 本发明的实施例可以利用一个或多个泵浦光源,例如 LED。如本领域技术人员周知的,存在具有不同的额定功率和光学输出的许多类型的 LED 可以被选择作为泵浦源 302。备选地,可以使用其他泵浦光源,例如激光器。尽管在本文中特定实施例被描述成具有用作泵浦源的 LED,但本领域技术人员将显见其他合适的泵浦光源可以用于代替 LED。

[0032] 在一个例子中,如将参考图 3 所述,单泵浦 LED 的输出被导入具有掺杂覆层或纤芯(例如掺杂有白磷光体)的闪烁体光纤上。由于由发光掺杂剂生成的特定波长的光将沿着

光纤在两个方向生成,因此光纤的近端/泵浦端可以覆盖有反射镜,该反射镜沿同一输出方向反射所有光,但是传送泵浦波长。泵浦 LED 和闪烁体光纤在该例子中都被置于光管的内部,所述光管允许泵浦光的多次通过以被闪烁体光纤吸收。光管的远端覆盖有反射镜以防止泵浦 UV 损失。闪烁体光纤的输出随后可以通过球透镜或其他光学器件被轻易耦合到标准眼内部照明器中。

[0033] 图 3 是根据本发明实施例的单泵浦 LED 眼内部照明器 300 的横截面图。眼内部照明器 300 包括泵浦源 LED 302,反射镜 308 和 316,光管 306,光纤 204,光学耦合器 310 和眼内部照明器光纤 312。如图 3 中所示,单泵浦 LED 302 的输出 318 被引导到闪烁体光纤 304。

[0034] 闪烁体光纤 304 可以覆层或纤芯掺杂有例如白磷光体材料覆层 314。当使用白磷光体材料覆层时,将沿着光纤 304 在所有方向上生成白光。因而,闪烁体光纤 304 的近端或泵浦端可以覆盖有镜面或反射表面 316,所述表面可操作以沿一共有输出方向反射所有光,同时仍然传送从泵浦源 302 发射的泵浦 LED 318 的输出。

[0035] 泵浦 LED 302 和闪烁体光纤 304 可以被置于光管 306 的内部,所述光管允许泵浦光 318 的多次通过,所述泵浦光 318 由闪烁体光纤 304 吸收。闪烁体光纤 304 通过球透镜 310 或其他合适的光学系统光学耦合到眼内部照明器光纤 312。闪烁体光纤 304 的纤芯直径和数值孔径可以被选择,使得它等于或小于光纤 312 的纤芯直径和数值孔径,这便于将闪烁体光纤 304 光学耦合到光纤 312 并改善两个光纤 304 和 312 之间的光学耦合的效率。最终得到的光学信号 322 通过连接器 310 和光纤 312 被引导到探针 162,在所述探针处它照明眼 100 的内部。

[0036] 通常,视网膜由过滤进入眼的光的眼天然晶状体保护以免于紫外光。但是来自光学内部照明器的光进入眼睛而不进行这一晶状体过滤(即,无晶状体地),因此期望内部照明器 300 包括滤光器以减小在对眼组织有害的波长中发射的光量。提供可见光波长的适当范围的光同时滤除有害的短和长波长可以大大减小通过无晶状体危害损害视网膜的风险,所述无晶状体危害包括蓝光光化学视网膜损害和红外加热损害以及类似的光毒性危害。典型地,在大约 430 至 700 纳米的范围内的光对于减小这些危害的风险是优选的。为此,反射镜 308 和 316 可以被包括以允许合适波长的光射入眼内。反射镜 316 例如可以是二向色反射器,其反射可见波长的光并且仅仅透射红外和紫外光以保持可见波长光谱中的光强度,同时减小红外和紫外光谱中的相对强度。反射镜 308 可以类似地反射长波长红外光和短波长紫外光,同时透射可见光,使得由内部照明器 300 发射到眼内的光几乎完全在可见波长范围内。其他滤光器和/或二向色分束器也可以用于产生在该合适波长范围内的光。

[0037] 由眼外科医生操作的内部照明器机头 324 包括光学耦合器 310,光纤 312,外壳 326,和探针 328。光学耦合器 310 被设计成将光纤 312 连接到包含闪烁体光纤 304 的主控制台(未示出)。光学耦合器 310 使光纤 312 与将被传输到眼内的闪烁体光纤 304 的输出适当地对准。光纤 312 典型地是可以为锥形或不为锥形的小直径光纤。外壳 326 由外科医生握持并且允许在眼内操作探针 328。探针 328 被插入眼内并且运载终止于探针 328 的端部的光纤 312。探针 328 因此将来自光纤 312 的照明提供到眼内。

[0038] 本发明的实施例还可以利用已掺杂有红、绿和蓝(RGB)有机染料的一个或多个闪烁体光纤。典型地用这些染料掺杂光纤比用具有更宽发射光谱的许多材料(例如白磷光体)更容易。因此,使用这类 RGB 染料的闪烁体光纤可以更容易生产。例如,置于累积球中

并且用 UV LED 照明的这类 RGB 光纤的三个线圈将创建强 RGB 输出,一种在有机 LED (OLED) 中使用以有效地产生各种颜色的照明的现象。然后,各独立的 RGB 输出可以被组合到单个光纤上。这可以以多种方式进行,例如但不限于 RGB X 棱镜、色散棱镜或衍射光栅。

[0039] 图 4 描绘了根据本发明实施例的使用掺杂有红、绿和蓝染料的荧光光纤的与眼内部照明器一起使用的 RGB 光源 400。眼内部照明器的光源 400 包括泵浦源 402, RGB 荧光光纤 404、406 和 408, 反射镜 410 和 412, 在荧光光纤上的磷光体纤芯或覆层 414, 光管 416, 光学耦合元件 418, 和具有光纤 422 的眼科 420。泵浦源 402 生成 UV 或蓝光 430, 后者被传送到荧光光纤 404、406 和 408。各独立的光纤 404、406 和 408 分别创建 RG 和 B 光学输出。来自光纤 404、406 和 408 的 RGB 光学输出在组合器 424 组合, 使得光学输出被提供给组合光纤 426。

[0040] 将这类 RGB 光纤的线圈置于累积球中并且用 UV LED 照明光纤将创建强 RGB 输出。随后, 该 RGB 输出在单光纤中被组合。这可以以各种方式进行, 例如球透镜、RGB X 棱镜、色散棱镜或衍射光栅。备选地, 如将参考图 5 所述, 可以使沿着单光纤的三个 (或以上) 连续区域掺杂有 3 种 (或以上) 染料。如果掺杂剂是朝着照明出口移动的有序的红、绿和蓝, 则由其他有色染料进行的 RGB 发射的自吸收可以被限制。组合光纤 426 通过使用诸如球透镜 418 的光学耦合将组合光纤 426 的输出 428 光学耦合到眼内部照明器光纤 422 而将 RGB 或白光输出传送到眼内部照明器光纤 312。

[0041] 尽管描述了使用掺杂染料的光纤来产生颜色, 但是掺杂染料的光纤也可以由填充染料溶液的毛细光纤代替。更一般地, 可以以任何合适的方式产生颜色, 例如通过产生 F 中心或其他晶体缺陷, 可变尺寸量子点或纳米孔, 使用任何适合于产生这类特征的技术, 包括但不限于伽马辐射、选择性化学蚀刻或纳米沉积。本领域技术人员将理解这些备选方法可以在本文所述的本发明的各实施例中替换。

[0042] 图 5 描绘了根据本发明实施例的使用在不同区域 532、534 和 536 中掺杂有红、绿和蓝染料的单一荧光光纤的与眼内部照明器一起使用的另一种 RGB 光源 500。眼内部照明器的光源 500 包括泵浦光源 502, RGB 荧光光纤 504, 反射镜 510 和 512, 在荧光光纤上的磷光体纤芯或覆层 514, 光管 516, 和光学耦合元件 518。泵浦光源 502 生成 UV 或蓝光 530, 后者被传送到荧光光纤 504。光纤 504 产生 RGB 光学输出, 通过使用诸如球透镜 518 的光学耦合将该光纤的输出 528 光学耦合到眼内部照明器光纤 312 而将所述 RGB 光学输出传送到眼内部照明器光纤 312。

[0043] 在图 5 中, 使用一个光纤 504, 所述光纤具有分别掺杂有三种或以上染料的三个或以上连续区域 532、534 和 536。如果掺杂剂是朝着照明出口 506 移动的有序的红、绿和蓝, 则由其他有色染料进行的 RGB 发射的自吸收可以被限制。掺杂染料的光纤也可以由填充染料溶液的毛细光纤代替。

[0044] 可以在图 2 描绘的配置中使用的另一个实施例可以将所有 UV 传输到光纤的远端而不将它转换为可见光。光纤的远端于是将终止于闪烁体器件 (掺杂有磷光体的光纤的部分、荧光帽或磷光体帽)。因此仅仅 UV/ 紫光 / 蓝光辐射将被耦合到光纤中, 而在光纤照明器的极尖端处将发生高能光子到可见光光子的实际转换。将 UV 光学耦合到光纤中可以更容易, 原因是光源尺寸 (LED 条带) 比白光 LED 的磷光体杯 (典型地 1-3mm) 要小得多 (典型地数百微米)。由于在这类实施例中 UV 光可以被传输到眼睛中, 因此也期望包括例如围

绕闪烁体光纤的主体的滤光器,以防止 UV 光到达眼组织。

[0045] 图 6 提供了与根据本发明实施例的使用眼内部照明器照明眼的内部玻璃体区域的方法相关的逻辑流程图 600。操作 600 开始于方框 602,其中从一个或多个泵浦源生成第一输出。在某些实施例中,泵浦源可以是紫外光 (UV) 或蓝光光源。各种泵浦方案可以用于生成光。这些泵浦方案可以类似于用于泵浦激光腔的那些方案,区别在于不要求输出必须是相干的。

[0046] 在方框 604,输出由闪烁体光纤接收。在方框 606,闪烁体光纤将产生一个或多个光学输出。闪烁体光纤的发光纤芯或覆层将允许泵浦源导致覆层或纤芯掺杂有诸如白磷光体的材料的掺杂光纤沿着光纤在所有方向上生成白光。在方框 608,闪烁体光纤的光学输出使用光学耦合元件光学耦合到眼内部照明器光纤。这允许在方框 610,眼内部照明器的光纤引导在闪烁体光纤内生成的白光或其他波长以照明眼睛的内部区域。

[0047] 如先前所述,泵浦源可以将输出提供给一个或多个闪烁体光纤。这些光纤可以掺杂有红、绿或蓝有机染料。这允许光纤产生 RGB 光学输出。泵浦源和闪烁体光纤可以被置于具有反射镜的光管内,在两端具有反射器以允许由泵浦源产生的辐射的多次反射和泵浦。在其他实施例中,闪烁体光纤可以被置于 UV 反射累积球或用于进一步泵浦的光类型中。在闪烁体光纤的远端的反射表面镜反射闪烁体光纤内的光以沿一共有输出方向产生光,同时将泵浦源的输出传送到覆层或纤芯掺杂光纤。在方框 606,闪烁体光纤的输出被引导到眼内部照明器光纤并且可以涉及组合来自多个荧光光纤的光学输出。在这一情况下,诸如球透镜、X 棱镜、色散棱镜或衍射光栅的光学组合元件可以用于将这些光学信号组合成光学耦合到眼内部照明器的光纤的单一光学信号。一个或多个闪烁体光纤的组合输出在其上被提供的光纤的纤芯直径和数值孔径等于或小于眼内部照明器光纤的纤芯直径和数值孔径。

[0048] 总之,实施例提供了一种眼内部照明器。从上文可以领会本发明提供了一种用于照明眼内部的改进系统。眼内部照明器包括一个或多个泵浦发光二极管 (LED),光纤,例如闪烁体光纤或荧光光纤。光纤耦合到泵浦 LED 以接收 LED 的输出并且产生光学输出,例如白光(在具有磷光体纤芯或覆层的闪烁体光纤的情况下)或 RGB 输出(在荧光光纤的情况下)。耦合到光纤的光学耦合元件接收该光学输出并且将该光学输出提供给内部照明器光纤,后者将光引导到眼内部区域中。

[0049] 可以使用由本发明各实施例提供的闪烁体光纤技术生成自动耦合到光纤中的极高白光功率水平。例如,用 10 个 UV LED 照明的 1m 闪烁体光纤可以产生 10 流明的白光。由于光纤的材料仅仅在 UV 中吸收并且以显著的损失传输白光,因此更长光纤段(例如 1km 长的光纤)的使用是毫无阻碍的,因此潜在地获得已经耦合到光纤中的显著(例如 1000x)更多的白光。为了减小所需的泵浦 LED 的数量和所需的闪烁体光纤的长度,光纤可以被卷绕、插入反射腔、累积球或光管中。泵浦 LED 于是可以被定位以便有效地将它们的输出耦合到闪烁体光纤中。而且,类似于激光器泵浦的情况,在本发明的特定实施例中使用的掺杂剂的量也可以被适当地调节以生成更多的光。为了用 UV 激光器纵向泵浦闪烁体光纤,例如可以连同使用较低的掺杂浓度,将 UV 激光器耦合到闪烁体光纤中。

[0050] 在本文中通过例子说明了本发明,并且本领域普通技术人员可以进行各种修改。尽管详细地描述了本发明,但是应当理解可以对其进行各种变化、替代和更改而不脱离如权利要求所述的本发明的范围。

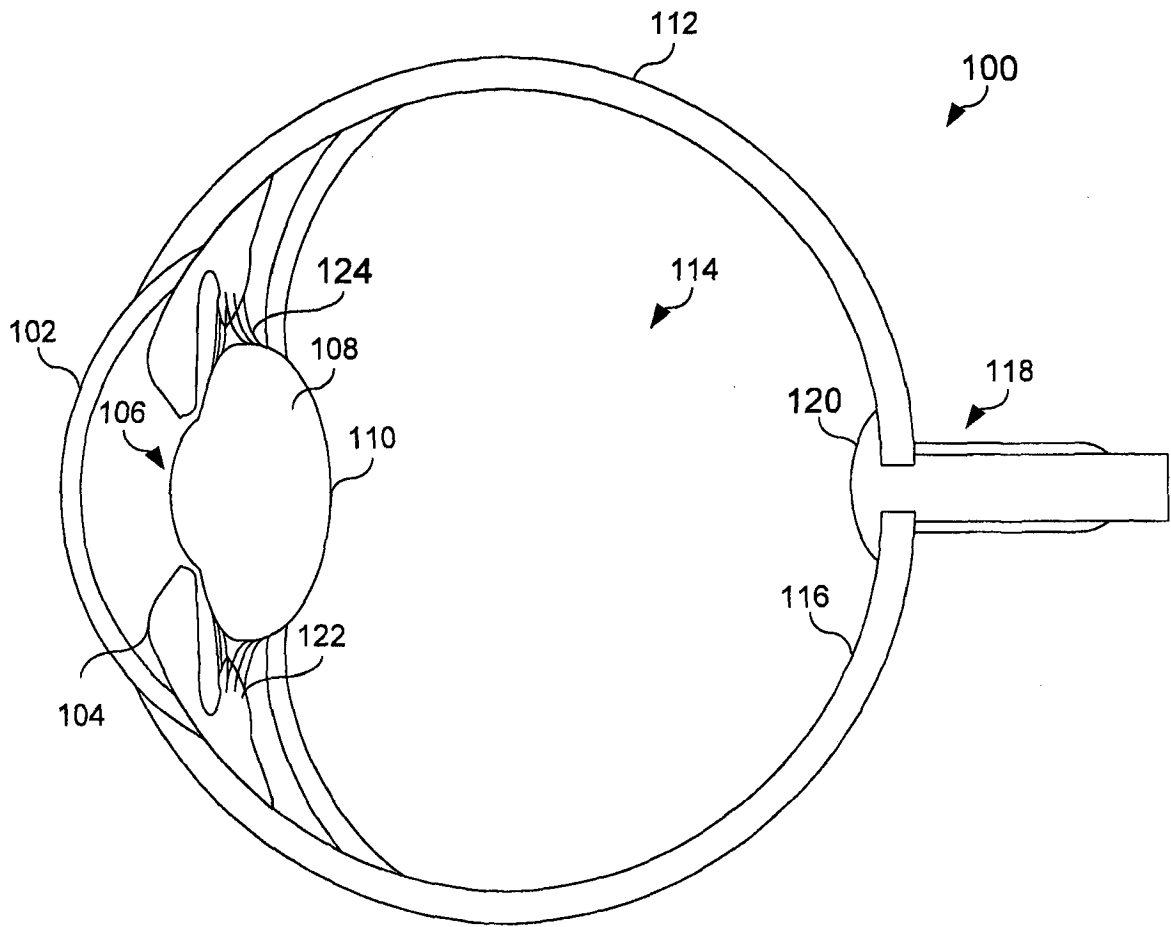


图 1

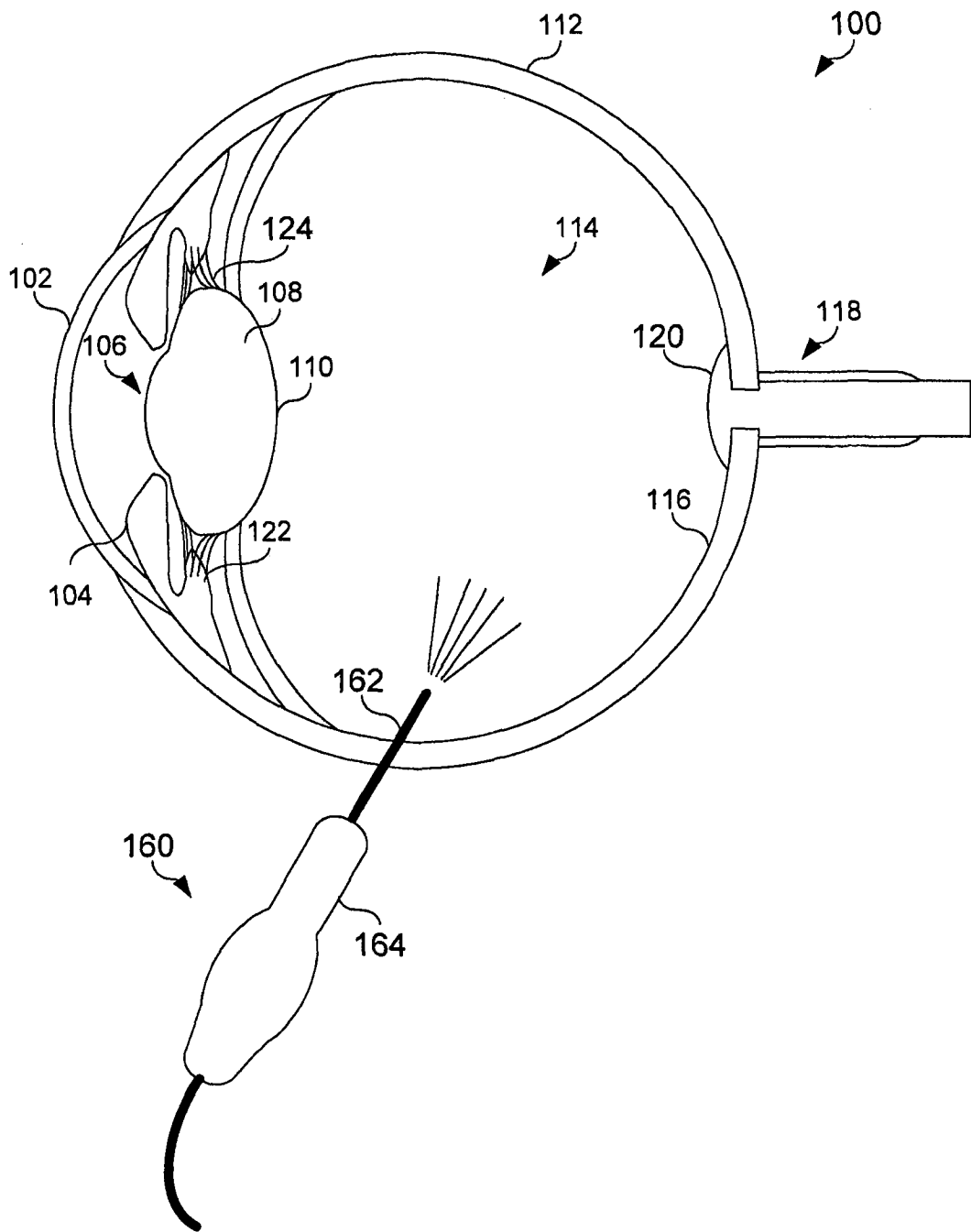


图 2

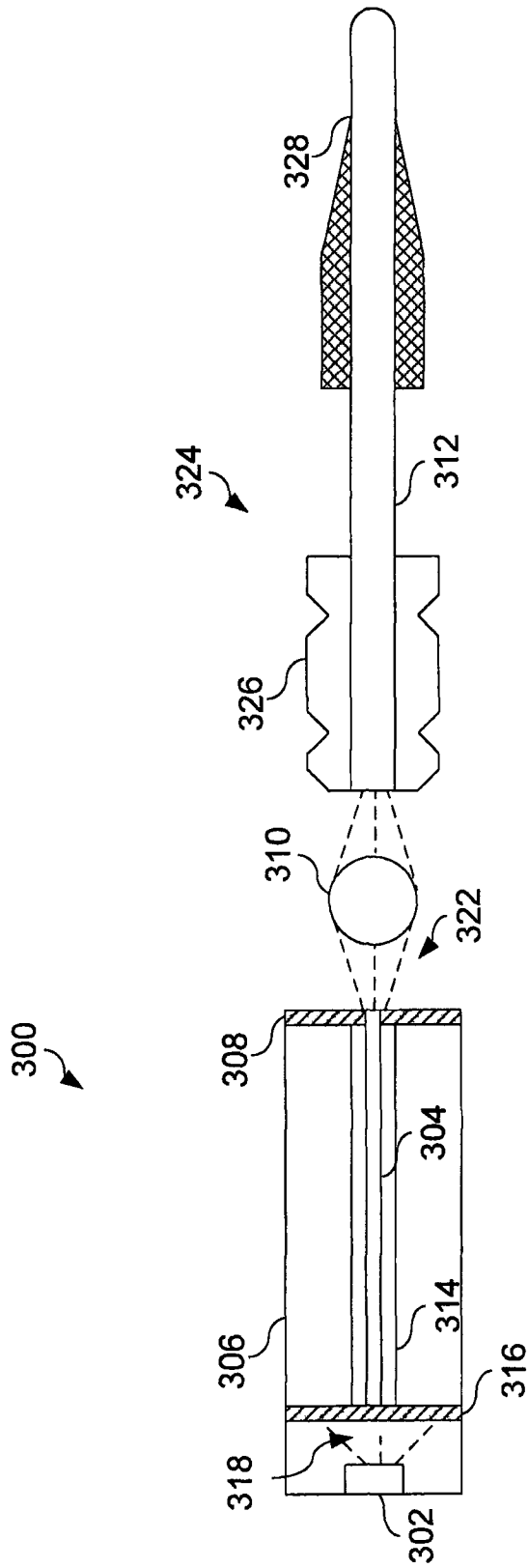


图 3

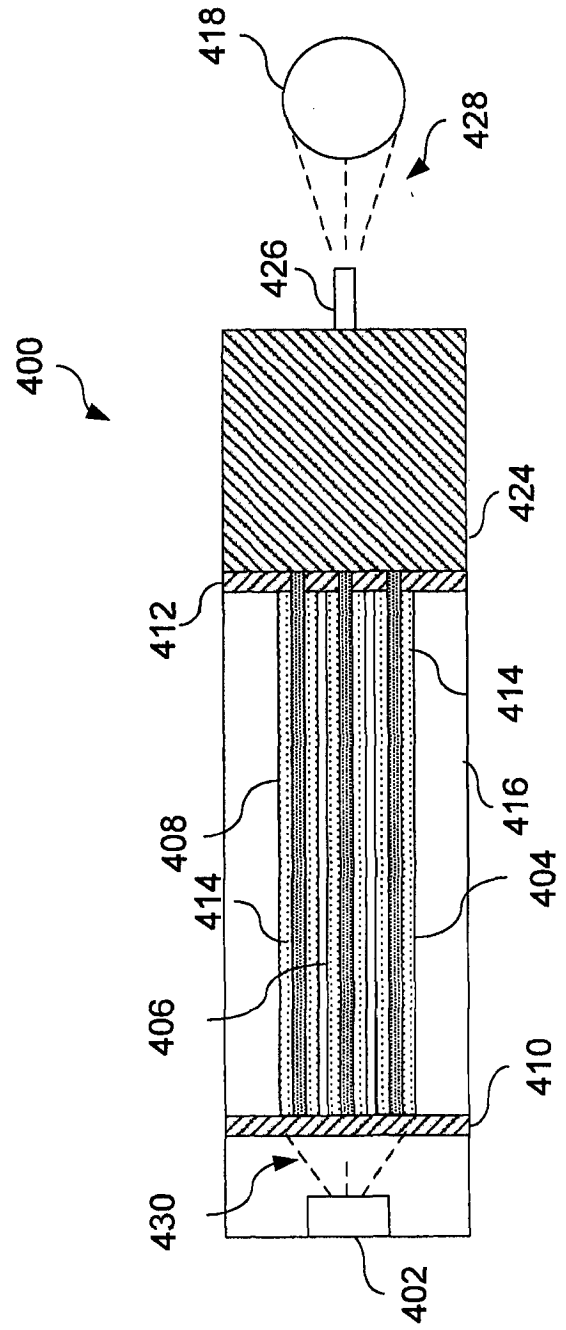


图 4

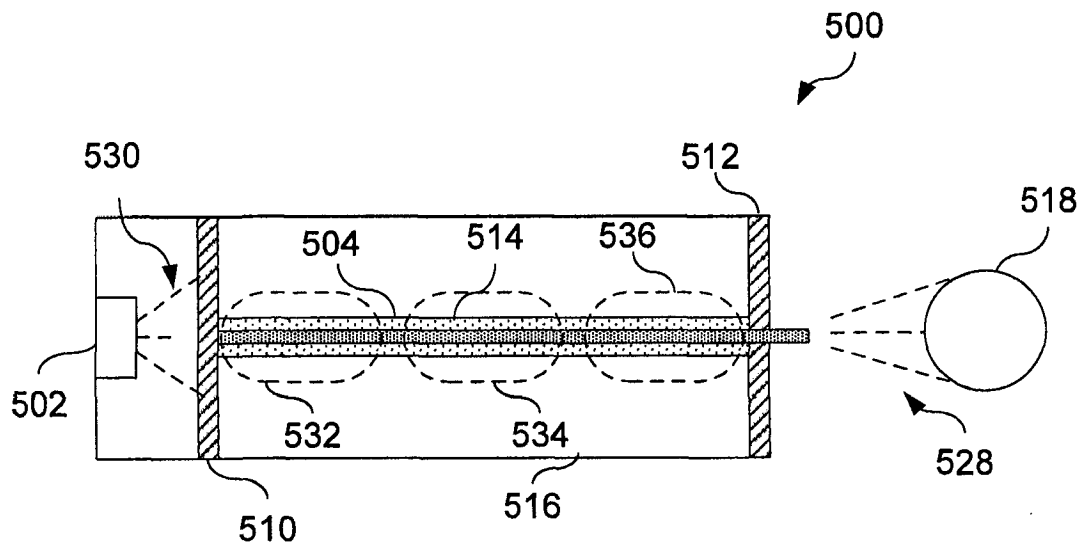


图 5

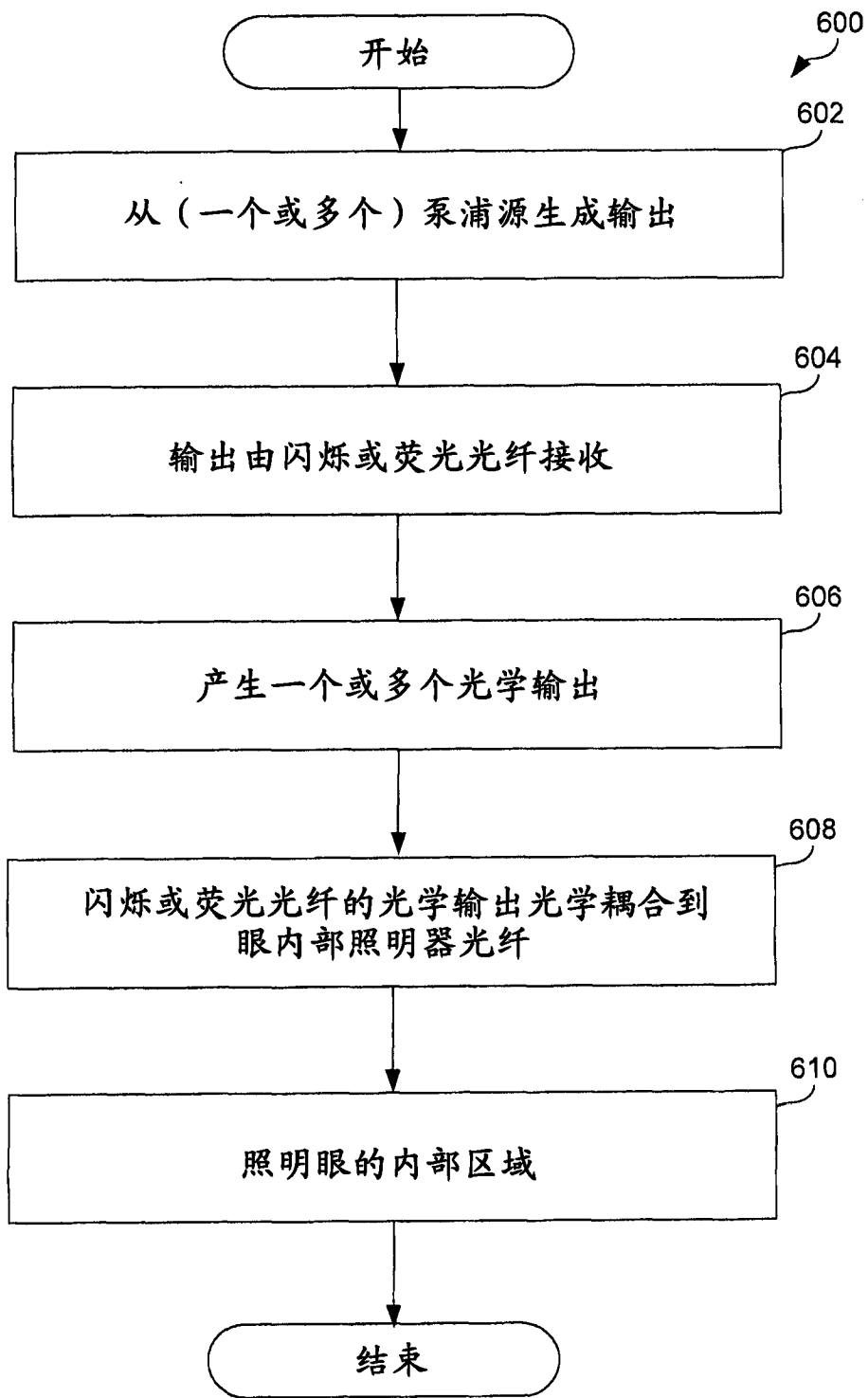


图 6