



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102640026 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 15

(21) 申请号 201080035832. 7

(72) 发明人 A·福斯 T·劳陶伊

(22) 申请日 2010. 05. 27

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(30) 优先权数据

102009027348. 4 2009. 06. 30 DE

72002

代理人 曾立

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 02. 10

(51) Int. Cl.

G02B 6/35(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2010/050033 2010. 05. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02011/000366 DE 2011. 01. 06

(71) 申请人 通快激光两合公司

地址 德国施兰贝格

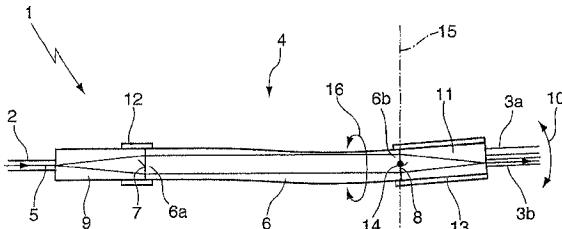
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

光学辐射分向装置

(57) 摘要

本发明涉及一种光学辐射分向装置 (1), 其具有:至少一个输入光波导 (2);多个输出光波导 (3a, 3b);设置在其间的光学开关元件 (4), 用于将在至少一个输入光波导 (2) 中引导的光束 (5) 可选择地转接到输出光波导 (3a, 3b) 之一上, 根据本发明提出, 光学开关元件 (4) 由具有两个相互对置的端面 (7, 8) 的射束传播元件 (6) 和 / 或连接在射束传播元件 (6;26) 后面的会聚光学器件形成, 所述射束传播元件可相对于其光学轴线横向地偏转和 / 或扭转, 所述会聚光学器件可相对于其光学轴线横向地偏转和 / 或可绕着其光学轴线或平行于其光学轴线扭转, 其中, 光束 (5) 在射束传播元件中自由传播, 至少一个输入光波导 (2) 直接地或者通过在前面连接的准直光学器件附接到射束传播元件 (6) 的一个端面 (7) 上, 输出光波导 (3a, 3b) 在射束传播元件 (6) 的至少一个偏转方向 (10) 上或者扭转方向 (16) 上并排地设置并且直接地或者通过在后面连接的会聚光学器件附接到射束传播元件 (6) 的另一个端面 (8) 上。



1. 光学辐射分向装置 (1 ;21 ;31), 其具有 :

至少一个输入光波导 (2),

多个输出光波导 (3,3a,3b,3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>), 以及

设置在其间的光学开关元件 (4), 用于将在所述至少一个输入光波导 (2) 中引导的光束 (5) 可选择地转接到所述输出光波导 (3,3a,3b,3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>) 之一上,

其中, 所述光学开关元件 (4) 由具有两个相互对置的端面 (7,8 ;27,28) 的射束传播元件 (6 ;26) 和 / 或连接在所述射束传播元件 (6 ;26) 后面的会聚光学器件形成, 所述射束传播元件可相对于其光学轴线横向地偏转和 / 或可绕着其光学轴线或平行于其光学轴线扭转, 所述会聚光学器件可相对于其光学轴线横向地偏转和 / 或可绕着其光学轴线或平行于其光学轴线扭转, 其中, 所述光束 (5) 在所述射束传播元件中自由传播,

其中, 所述至少一个输入光波导 (2) 直接地或者通过在前面连接的准直光学器件附接到所述射束传播元件 (6 ;26) 的一个端面 (7 ;27) 上, 以及

其中, 所述输出光波导 (3,3a,3b,3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>) 在所述射束传播元件 (6 ;26) 的至少一个偏转方向 (10 ;29) 上或者在所述射束传播元件 (6 ;26) 的扭转方向 (16) 上并排地设置, 并且所述输出光波导 (3,3a,3b,3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>) 直接地或者通过在后面连接的会聚光学器件附接到所述射束传播元件 (6 ;26) 的另一个端面 (8 ;28) 上。

2. 根据权利要求 1 所述的光学辐射分向装置, 其特征在于, 所述至少一个输入光波导 (2) 通过准直元件 (9)、尤其是梯度折射率准直纤维段附接到所述射束传播元件 (6 ;26) 的一个端面 (7 ;27) 上。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的光学辐射分向装置, 其特征在于, 所述输出光波导 (3,3a,3b,3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>) 通过一个共同的会聚元件 (11)、尤其是梯度折射率会聚纤维段附接到所述射束传播元件 (6) 的另一个端面 (8) 上。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述输出光波导 (3a,3b) 分别通过单独的会聚元件 (11a,11b)、尤其是梯度折射率会聚纤维段附接到所述射束传播元件 (26) 的另一个端面 (28) 上。

5. 光学辐射分向装置 (41 ;51 ;61), 其具有 :

多个输入光波导 (2,2a,2b),

至少一个输出光波导 (3), 以及

设置在其间的光学开关元件 (4), 用于可选择地将在所述输入光波导 (2,2a,2b) 之一中引导的光束 (5) 转接到所述至少一个输出光波导 (3) 上,

其中, 所述光学开关元件 (4) 由具有两个相互对置的端面 (7,8 ;27,28) 的射束传播元件 (6,26) 和 / 或连接在所述射束传播元件 (6 ;26) 前面的准直光学器件形成, 所述射束传播元件可相对于其光学轴线横向地偏转和 / 或可绕着其光学轴线或平行于其光学轴线扭转, 所述准直光学器件可相对于其光学轴线横向地偏转的和 / 或可绕着其光学轴线或平行于其光学轴线扭转, 其中, 所述光束 (5) 在所述射束传播元件中自由传播,

其中, 所述输入光波导 (2,2a,2b) 在所述射束传播元件 (6 ;26) 的至少一个偏转方向 (10 ;29) 上或者在所述射束传播元件 (6 ;26) 的扭转方向 (16) 上并排地设置, 并且所述输入光波导 (2,2a,2b) 直接地或者通过在前面连接的准直光学器件附接到所述射束传播元件 (6 ;26) 的一端面 (7 ;27) 上, 以及

其中,所述至少一个输出光波导(3)直接地或通过在后面连接的会聚光学器件附接到所述射束传播元件(6;26)的另一个端面(8;28)上。

6. 根据权利要求5所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述输入光波导(2a,2b)通过一个共同的准直元件(9)、尤其是梯度折射率准直纤维段附接到所述射束传播元件(6)的一个端面(7)上。

7. 根据权利要求5所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述输入光波导(2a,2b)分别通过单独的准直元件(9a,9b)、尤其是梯度折射率准直纤维段附接到所述射束传播元件(26)的一个端面(27)上。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述至少一个输出光波导(3)通过会聚元件(11)、尤其梯度折射率会聚纤维段附接到所述射束传播元件(6;26)的另一个端面(8;28)上。

9. 根据权利要求2至4和6至8中任一项所述光学辐射分向装置,其特征在于,所述元件(9,9a,9b,11,11a,11b)分别具有抛物线折射率分布。

10. 根据权利要求2至4和6至9中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述元件(9,9a,9b,11,11a,11b)通过拼接附接到所述射束传播元件(6;26)上和所述输入光波导和所述输出光波导(2,2a,2b,3,3a,3b,3<sub>1</sub>至3<sub>8</sub>)上。

11. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述射束传播元件(6;26)和/或所述输入光波导(2a,2b)和/或所述准直元件(9a,9b)和/或所述输出光波导(3a,3b)和/或所述会聚纤维段(11a,11b)具有倾斜的接合面(27,27b;28a,28b),用于彼此附接。

12. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述多个输入光波导(2a,2b)或者所述多个输出光波导(3a,3b)彼此平行地延伸或以一角度彼此设置。

13. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述射束传播元件(6,26)可绕着至少一个轴线(14,30)偏转地支承,并且所述多个输入光波导(2a,2b)或者所述多个输出光波导(3a,3b)设置在一相对于所述至少一个轴线(14;30)成直角地延伸的线上。

14. 根据权利要求1至12中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述射束传播元件(26)可绕着两个尤其是彼此成直角地延伸的轴线(14,15)偏转地支承,并且所述多个输入光波导(2,2a,2b)或者所述多个输出光波导(3,3a,3b)分别相对于所述两个轴线(14,15)成直角地、二维地设置。

15. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,一个或多个轴线(14,15,30)设置在所述射束传播元件(6;26)的设有所述至少一个输入光波导或输出光波导(2,3)的端部(6a,26a)的区域中。

16. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,一个或多个轴线(14,15,30)设置在所述射束传播元件(6;26)的设有所述多个输入或输出光波导(2,2a,2b;3,3a,3b)的端部(6b,26b)的区域中。

17. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述多个输入光波导(2,2a,2b)或者所述多个输出光波导(3a,3b,3<sub>1</sub>至3<sub>8</sub>)由多重毛细管纤维(16)的毛细管或者由多芯纤维(16)的纤维形成。

18. 根据以上权利要求中任一项所述的光学辐射分向装置,其特征在于,所述射束传播元件(6 ;26)由高度透明的实心材料、尤其是由石英玻璃构成。

## 光学辐射分向装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学辐射分向装置，其具有至少一个输入光波导、多个输出光波导以及设置在其间的用于将在所述至少一个输入光波导中引导的光束可选择地转接到输出光波导之一上的光学开关元件，本发明还涉及一种光学辐射分向装置，其具有多个输入光波导、至少一个输出光波导和设置在其间的用于可选择地将在输入光波导之一中引导的光束转接到所述至少一个输出光波导上的光学开关元件。

### 背景技术

[0002] 例如由 US 4,303,302 公开了一种这样的光学辐射分向装置。

[0003] 在由 US 4,303,302 公开的光学辐射分向装置中，借助压电元件偏转输入光波导的自由纤维端，从而根据偏转角将光耦合输入到不同的输出光导中。输入光波导的自由端和压电元件共同形成光学开关元件。然而，在输入光导体与输出光导体之间存在的气隙导致下列缺点：

[0004] - 辐射分向装置相对于由老化和热作用引起的失调的易受影响性；

[0005] - 辐射分向装置相对于由灰尘和其他不洁物引起的污染和损伤的易受影响性；

[0006] - 由光学界面引起的耦合损耗（例如过渡部——空气 / 光导体处的抗反射涂层）。

### 发明内容

[0007] 与此相比，本发明的任务是，在分别在开始所述类型的光学辐射分向装置中在多个输出光波导或者输入光波导之间转接时避免到空气中的自由射束传播。

[0008] 所述任务在本发明的第一方面中通过具有权利要求 1 的特征的光学辐射分向装置来解决。根据本发明，至少一个输入光波导（输入纤维）附接在射束传播元件的一个端部上，而多个输出光波导（输出纤维）附接在射束传播元件的相对置的端部上。通过有针对性地偏转和 / 或扭转射束传播元件和 / 或在后面连接的会聚光学器件来实现输出光波导之间的切换。

[0009] 基于所述基本思想，根据本发明提出三种替代的实施方式，这些实施方式的不同在于耦合输入到输出波导中的方式：第一实施方式（以下称为第一偏转原理）对于（例如 GRIN 纤维段形式的）所有输出波导使用一个共同的会聚光学器件，用于可选择地耦合输入到相应的输出波导中，而第二实施方式（以下称为第二偏转原理）对于每个输出波导使用一个单独的会聚光学器件。第三实施方式（以下称为扭转原理）既可以使用一个共同的会聚光学器件也可以对于每个输出波导使用一个单独的会聚光学器件。对于这三个原理得到（如以下详细描述的那样）柔性的射束传播元件的不同设计和输出波导的不同几何布置。在此也可以考虑这些替代原理的组合。

[0010] 在按照第一偏转原理的光学辐射分向装置中，根据本发明，输入光波导（输入纤维）附接在射束传播元件的一个端部上，而多个输出光波导（输出纤维）附接在射束传播元件的相对置的端部上。在此，输出光波导近似彼此平行地并且与射束传播元件的端面成

直角地附接,以便实现直线的射束引导。通过有针对性地绕着一个或多个如下轴线偏转射束传播元件的附接到输出光波导上的端面和 / 或在后面连接的会聚光学器件来实现输出光波导之间的切换,即相应期望的输出光波导的选择:所述一个或多个轴线优选设置在射束传播元件的设有多个输出光波导的端部的区域中。

[0011] 在按照第二偏转原理的光学辐射分向装置中,根据本发明,输出光波导以相对于射束传播元件的轴线的确定角度(相应的弯曲角)附接,以便实现直线的射束引导。通过有针对性地绕着一个或多个如下轴线偏转射束传播元件和 / 或在后面连接的会聚光学器件来实现输出光波导之间的切换,即相应期望的输出光波导的选择:所述一个或多个轴线优选设置在射束传播元件的设有至少一个输入光波导的端部的区域中。附加地,按照第二偏转原理的辐射分向装置的射束传播元件可以具有优选位于至少一个轴线的区域中的、在一侧逐渐变细的直径,由此在偏转射束传播元件时使可能负面影响地作用于辐射分向装置的极化保持和耦合效率的临界材料应力和弯曲引起的双折射最小化。在此,射束传播元件在输出侧处的直径相对于输入侧上的直径增大。通过锥形化(在通过在软化温度以上有针对性地局部加热和受控地轴向处理圆柱端部进行加工之后拔细具有轴向可变直径的玻璃圆柱体)或通过有针对性的磨削产生射束传播元件的逐渐变细(Verjüngung)。

[0012] 在按照扭转原理的光学辐射分向装置中,根据本发明,在扭转方向上、即圆形地设置输出光波导。这既可以绕着射束传播元件的光学轴线同心地实现也可以离心地实现。在同心布置中,按照第一偏转原理或第二偏转原理的输入光波导的射束对准输出光波导中的一个,其中,根据分别应用的第一偏转原理或第二偏转原理的输出光波导附接到射束传播元件上。在离心布置中,输出光波导近似彼此平行地并且与射束传播元件的端面成直角地附接,以便实现直线的射束引导。通过输出光波导的离心布置,尤其是避免用于将射束耦合输入到输出波导之一中的事先偏转。通过有针对性地扭转射束传播元件和 / 或在后面连接的会聚光学器件来实现输出光波导之间的切换,即相应期望的输出光波导的选择(从一个输出光波导出发)。

[0013] 优选地,所述至少一个输入光波导通过一个准直元件附接到射束传播元件的一个端面上,而输出光波导通过一个共同的会聚元件或者分别通过一个单独的会聚元件附接到射束传播元件的另一个端面上,更确切地说尤其是通过拼接(Spleißen)。特别优选地,准直元件和会聚元件通过具有抛物线折射率分布的梯度折射率纤维段形成,其也称为GRIN透镜。例如可以通过输出波导直接拼接到会聚元件上,通过固定在多重毛细管(Mehrzahl-kapillare)中的输出波导与会聚元件拼接在一起或者通过多芯纤维与会聚元件拼接在一起实现多个输出波导附接到会聚元件上。

[0014] 因此,整个自由射束传播在由高度透明并且性能适宜的材料(通常为石英玻璃)构成的单个的、单片的元件中进行,而所引导的光束不必离开光波导或者制成光波导或光波导的芯的材料(通常为石英玻璃)。通过取消分立的光学元件(透镜、反射镜等)以及通过根据本发明的光学辐射分向装置的紧凑的单片结构,急剧地降低了辐射分向装置相对于由老化和热效应引起的失调和相对于由灰尘或其他不洁物引起的污染和损伤的易受影响性。同时,通过取消光学界面(例如在否则存在的过渡部——空气 / 玻璃处的抗反射涂层)可以使耦合损耗最小化。

[0015] 优选借助于冲击接触(所谓的“光学接触”)或者替代地借助于拼接来实现射束传

播元件与会聚元件或准直元件的接合。对于冲击接触，在考虑赫芝压力的情况下使射束传播元件和会聚或准直元件在匹配准确的引导部中彼此挤压，其中，在射束引导的区域中形成无隙的机械和光学接触。所述接触优选借助流态的粘合剂固定在引导部中，其中，粘合材料不应侵入到射束引导的区域中，因为这会损害接合部位的性能适宜性。在按照第二偏转原理的辐射分向装置中，为了接合射束传播元件与会聚元件也可以使用具有倾斜的接合面的射束传播元件。

[0016] 射束传播元件和会聚元件或者直接地或者借助中间元件彼此附接。在第一情形中，在输出光波导与会聚元件之间以及在射束传播元件与会聚元件之间设有用于相互附接的倾斜的接合面。在第二情形中，在射束传播元件与会聚元件之间可以分别接入一个单独的射束传播中间元件，光束在所述单独的射束传播中间元件中自由地传播。射束传播中间元件在单侧或者在双侧可以具有用于附接射束传播元件和会聚元件的倾斜的接合面。

[0017] 根据本发明，按照第一偏转原理和第二偏转原理以及扭转原理的光学辐射分向装置也分别包括相应的机械偏转或扭转装置。在此，所述机械偏转或扭转装置可以是用于光学辐射分向装置的容纳部，其实施相应的转接原理所需的转接运动。例如电磁线性或转动驱动器、压电执行机构、气动执行机构或者精密电机可以用作转接运动的驱动器。

[0018] 当可以借助于（平移的或旋转的）一维运动在（设置在一个平面内的）输出光波导之间进行选择时，所述辐射分向装置特别简单地构造。但这由于在柔性的射束传播元件中和 / 或在后面连接的会聚光学器件中出现的并且随着偏转增大的机械应力限制输出光波导的数量。可以通过使用在两个轴线中的运动和输出光波导的分别与两个轴线成直角的二维布置来实现输出光波导的数量的进一步提高。

[0019] 与第二偏转原理相比，第一偏转原理具有一系列优点；尤其是，（与输出光波导的数量无关地）需要仅仅一个会聚元件。此外，输出光波导的平行定向易于其引导——例如在一个共同的多重毛细管中。具有一个多芯纤维而不是多个分立的输出光波导的实施方式是特别有利的；在此可以非常紧密地并排设置波导，由此一方面使所需的运动和力最小化。另一方面也由此存在如下可能性：将非常多的输出波导集成在一个辐射分向装置中。在相同数量的输出光波导的情况下，对于第一偏转原理，射束传播元件中的机械应力和双折射通常小于按照第二偏转原理的相当的辐射分向装置中的机械应力和双折射。

[0020] 以上所述任务在本发明的第二方面中也通过具有权利要求 5 的特征的光学辐射分向装置来解决。根据本发明，多个输入光波导（输入纤维）附接在射束传播元件的一个端部上，而所述至少一个输出光波导（输出纤维）附接在射束传播元件的相对置的端部上。通过有针对性地偏转和 / 或扭转射束传播元件和 / 或在前面连接的准直光学器件来实现将输入光波导之一接通到输出光波导上，即选择所期望的输入光波导。

[0021] 基于所述基本思想，根据本发明在此也提出三种替代的实施方式，这些实施方式的不同在于耦合输入到射束传播元件中的方式：第一实施方式（以下称为第一偏转原理）对于所有（例如 GRIN 纤维段形式的）输入波导使用一个共同的准直光学器件，用于耦合输入到射束传播元件中，而第二实施方式（以下称为第二偏转原理）对于每个输入波导使用一个单独的准直光学器件。第三实施方式（以下称为扭转原理）既可以使用一个共同的准直光学器件，也可以对于每个输入波导使用一个单独的准直光学器件。对于这三种原理，（如以下详细描述的那样）得到柔性的射束传播元件的不同设计和输入波导的不同几何布

置。在此也可以考虑替代原理的组合。

[0022] 在按照第一偏转原理的光学辐射分向装置中,根据本发明,输入光波导(输入纤维)附接在射束传播元件的一个端部上,而输出光波导(输出纤维)附接在射束传播元件的相对置的端部上。在此,输入光波导近似彼此并行地并且与射束传播元件的端面成直角地附接,以便实现直线的射束引导。通过绕着一个或多个如下轴线有针对性地弯曲或转动射束传播元件的附接到输入光波导上的端面和/或在前面连接的准直光学器件来实现输入光波导之间的切换,即相应期望的输入光波导的选择:所述一个或多个轴线优选设置在射束传播元件的设有多个输入光波导的端部的区域中。

[0023] 在按照第二偏转原理的光学辐射分向装置中,根据本发明,输入光波导以相对于射束传播元件的光学轴线的确定角度(相应的弯曲角)附接,以便实现直线的射束引导。通过绕着一个或多个如下轴线有针对性地偏转射束传播元件和/或在前面连接的准直光学器件来实现输入光波导之间的切换,即分别期望的输入光波导的选择:所述一个或多个轴线优选设置在射束传播元件的设有至少一个输出光波导的端部的区域中。

[0024] 在按照扭转原理的光学辐射分向装置中,根据本发明,输入光波导在扭转方向上、即圆形地设置。这既可以绕着射束传播元件的光学轴线同心地进行也可以离心地进行。通过有针对性地扭转射束传播元件来实现输入光波导之间的切换,即分别期望的输入光波导的选择。

[0025] 优选地,输入光波导通过一个共同的准直元件或者分别通过一个单独的准直元件附接到射束传播元件的一个端面上,而输出光波导通过会聚元件附接到射束传播元件的另一个端面上,更确切地说尤其是通过拼接。特别优选地,准直元件和会聚元件是通过具有抛物线折射率分布的梯度折射率纤维段形成的,其也称为GRIN透镜。例如可以通过输入波导直接拼接到准直元件上,通过固定在多重毛细管中的输入波导与准直元件拼接在一起或者通过多芯纤维与准直元件拼接在一起实现多个输入波导附接到准直元件上。

[0026] 由权利要求书、说明书和附图得到本发明的其他优点。同样,以上所述的和仍进一步提到的特征可以分别单独应用或多个任意组合地应用。所示出的和所描述的实施方式不应理解为穷尽的列举,而是具有本发明描绘的示例性特征。

## 附图说明

[0027] 附图示出:

[0028] 图1a、1b:按照第一偏转原理在第一分向位置中(图1a)和在第二分向位置中(图1b)的根据本发明的光学辐射分向装置的一个实施例,所述光学辐射分向装置具有一个输入纤维和两个输出纤维;

[0029] 图2a-2d:用于图1中所示的根据本发明的光学辐射分向装置的输出纤维的多重毛细管或多芯纤维的可能的几何结构;

[0030] 图3a、3b:按照第二偏转原理在第一分向位置中(图3a)和在第二分向位置中(图3b)的根据本发明的光学辐射分向装置的一个实施例,所述光学辐射分向装置具有一个输入纤维和两个输出纤维;

[0031] 图4:按照组合的第一偏转原理和第二偏转原理和扭转原理的根据本发明的光学辐射分向装置的一个实施例,所述光学辐射分向装置具有一个输入纤维和多个输出纤维;

以及

[0032] 图 5-7 :按照第一和第二偏转原理以及扭转原理的根据本发明的光学辐射分向装置的实施例,所述光学辐射分向装置具有两个或更多个输入纤维和一个输出纤维。

### 具体实施方式

[0033] 在图 1 和图 3 中示出的光学辐射分向装置 1、21 分别包括一个输入光波导 (例如玻璃纤维) 2、两个输出光波导 (例如玻璃纤维) 3a、3b 和一个设置在其间的光学开关元件 4,所述光学开关元件用于将在输入光波导 2 中输送的光束 5 可选择地转接到一个或另一个输出光波导 3a、3b 上。这两个辐射分向装置 1、21 的不同在于光束 5 耦合输入到输出光波导 3a、3b 中的方式。辐射分向装置 1 按照所谓的第一偏转原理工作并且使用一个共同的用于可选择地耦合输入到输出光波导 3a、3b 中的会聚光学器件,而辐射分向装置 21 按照所谓的第二偏转原理工作并且对于每个输出光波导 3a、3b 使用一个单独的会聚光学器件。

[0034] 在图 1 中示出的、按照第一偏转原理的辐射分向装置 1 中,光学开关元件 4 由可相对于其光学纵轴线横向地弹性偏转的、柱形的射束传播元件 6 形成,所述射束传播元件具有两个相互对置的端面 7、8,光束 5 在所述射束传播元件中自由传播。射束传播元件 6 由高度透明的和性能适宜的实心材料——例如石英玻璃构成。但替代地,也可考虑使用空心纤维。

[0035] 输入光波导 2 通过具有抛物线折射率分布以及具有合适长度 (1/4 节距) 的梯度折射率准直纤维段 9 通过拼接附接到射束传播元件 6 的输入端面 7 上。梯度折射率准直纤维段 9 承担准直透镜的功能并且以下简称为“GRIN 准直透镜”。输出光波导 3a、3b 在射束传播元件 6 的偏转方向 10 上并排设置并且通过具有抛物线折射率分布以及具有合适长度 (1/4 节距) 的梯度折射率会聚纤维段 11 通过拼接附接到射束传播元件 6 的输出端面 8 上。梯度折射率会聚纤维段 11 承担会聚透镜的功能并且以下简称为“GRIN 会聚透镜”。输出光波导 3a、3b 近似彼此平行并且相对于射束传播元件 6 的输出端面 8 成直角地附接,以便实现直线的射束引导。

[0036] GRIN 准直透镜 9 和射束传播元件 6 的相应端部 6a 保持在保持套管 12 中或者在保持套管 12 中粘合,所述保持套管 12 是位置不变地固定的。GRIN 会聚透镜 11 和射束传播元件 6 的相应端部 6b 保持在引导套管 13 中或者在引导套管 13 中粘合,所述引导套管 13 可绕着设置在射束传播元件 6 的端部 6b 的区域中的轴线 14 在偏转方向 10 上转动地支承。优选地,轴线 14 位于射束传播元件 6 的由引导套筒 13 保持的端部 6b 内并且在图 1 中位于射束传播元件 6 的输出端面 8 的平面中。

[0037] 通过有针对性地使引导套管 13 和 (因此) 射束传播元件 6 的端部 6b 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 绕着轴线 14 偏转来实现在输出光波导 3a、3b 之间切换在输入光波导 2 中输送的光束 5。在图 1a 中示出的辐射分向装置 1 的第一分向位置中,光束 5 被耦合输入到输出光波导 3b 中,而在图 1b 中示出的第二分向位置中,光束 5 被耦合输入到输出光波导 3a 中。射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 的长度和厚度的比例在此足够高,以便在频繁和持续偏转时也可靠地避免射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 的损伤。

[0038] 两个输出波导 3a、3b 或多个输出波导附接到 GRIN 会聚透镜 11 上可以或者通过将

输出波导 3a、3b 直接拼接到 GRIN 会聚透镜 11 上、通过将固定在多重毛细管中的输出波导 3a、3b 与 GRIN 会聚透镜 11 拼接或者通过将多芯纤维与 GRIN 会聚透镜 11 拼接来实现。输出光波导 3a、3b 的平行定向简便了其引导,例如在共同的多重毛细管中。取代多个分立的输出光波导而具有多芯纤维的实施方式是特别有利的。

[0039] 输出光波导的数量的进一步提高可以通过使用输出光波导在两个轴线中运动(如在图 1 中通过另一轴线 15 来表示)以及输出光波导分别相对于两个轴线 14、15 成直角的二维布置来实现。作为绕着轴线 14、15 的偏转的替代或(如图 1 中所示的)补充,射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 也可绕着其纵轴线扭转,由此射束传播元件 6 的输出侧的端部 6b 连同 GRIN 会聚透镜 11 可相对于输入侧的端部 6a 在扭转方向 16 上转动。在所述扭转原理中,输出光波导在扭转方向上 16 错开地设置,并且通过有针对性地扭转射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 来实现输出光波导之间的切换,即相应期望的输出光波导的选择。

[0040] 图 2a 至图 2c 示出按照第一偏转原理的用于辐射分向装置 1 的被构造为多芯纤维或者被构造为具有多重毛细管的纤维的输出纤维 17 的可能的几何结构。在图 2a 和图 2c 中,输出纤维 17 的两个或三个芯纤维或毛细管 3 设置在用于射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 绕着唯一的轴线 14 偏转的线中。在图 2b 中,输出纤维 17 的五个芯纤维或毛细管 3 二维地设置用于射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 绕着两个轴线 14、15 的偏转。图 2d 示出按照组合的第一偏转原理和扭转原理的用于辐射分向装置 1 的被构造为多芯纤维或者被构造为具有多重毛细管的纤维的输出纤维 17 的另一可能的几何结构。输出纤维 17 的八个毛细管 3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub> 同心地绕着纤维轴线(扭转轴线)设置。通过射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 绕着轴线 14、15 的偏转来选择毛细管 3<sub>1</sub>、3<sub>3</sub>、3<sub>5</sub>、3<sub>7</sub>,而可以通过绕着两个轴线 14、15 之一的偏转与 45° 的扭转运动的组合来选择其余的毛细管 3<sub>2</sub>、3<sub>4</sub>、3<sub>6</sub>、3<sub>7</sub>。当然,也可以仅仅通过射束传播元件 6 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11 的有针对性的扭转或者绕着轴线 14、15 的双轴线偏转来选择八个毛细管 3<sub>1</sub> 至 3<sub>8</sub>。

[0041] 在图 3 中示出的按照第二偏转原理的辐射分向装置 21 中,光学开关元件 4 由相对于其光学纵轴线易弹性弯曲的、锥形的射束传播元件 26 形成,所述射束传播元件由高度透明的并且性能适宜的实心材料——例如石英玻璃构成,光束 5 在所述射束传播元件中自由地传播。射束传播元件 26 在一侧朝着输入端面 27 逐渐变细,即射束传播元件 26 在输出端面 28 处的直径相对于输入端面 27 上的直径增大,由此在绕着轴线 30 在偏转方向 29 上偏转射束传播元件 26 时使可能负面地作用于辐射分向装置 21 的极化保持和耦合效率的临界材料应力和弯曲引起的双折射最小化。可以通过锥形化或通过有针对性地磨削来产生射束传播元件 26 的逐渐变细。

[0042] 输入光波导 2 通过 GRIN 准直透镜 9 通过拼接附接到射束传播元件 26 的输入端面 27 上。射束传播元件 26 在其输出端面 28 处具有用于两个 GRIN 会聚透镜的两个分别倾斜的接合面 28a、28b,在偏转方向 29 上并排设置的输出光波导 3a、3b 分别成直角地拼接到所述接合面 28a、28b 上。射束传播元件 26 的 GRIN 准直透镜 9 和相应端部 26a 保持在位置不变地固定的保持套管 12 中或者在所述保持套管 12 中粘合。射束传播元件 26 的其他自由端部 26b 不是夹紧的并且因此可以绕着位于保持套管 12 内的轴线 30 在偏转方向 29 上偏

转。输出光波导 3a、3b 设置成相对于射束传播元件 26 的光学轴线成一确定的角度（相应的偏转角），以便实现光束 5 的直线的射束引导。

[0043] 在输出光波导 3a、3b 之间切换在输入光波导 2 中输送的光束 5 通过在偏转方向 29 上有针对性地偏转射束传播元件 26 的自由端部 26b 实现。在图 3a 中示出的辐射分向装置 21 的第一分向位置中，光束 5 被耦合输入到输出光波导 3b 中，而在图 3b 中示出的第二分向位置中，光束 5 被耦合输入到输出光波导 3a 中。射束传播元件 26 的长度与厚度的比例在此足够高，以便在频繁和持续弯曲时也可靠地避免射束传播元件 26 的损伤。

[0044] 为了易于偏转，射束传播元件 26 可以具有在横截面中减小的、更细的中间区段（未示出）。在更细的中间区段的合适设计下，可以将射束传播元件 26 的弯曲限制到更细的中间区段中。使用更细的中间区段可以减小射束传播元件 26 中的、弯曲引起的、可能负面影响光学辐射分向装置的极化保持和耦合效率的双折射。

[0045] 如在图 3 中仅仅示出的那样，在按照第二偏转原理的辐射分向装置 21 中也可以附加地在扭转方向 16 上可扭转地支承，其中，在所述情形中多个在扭转方向 16 上错开地设置的输出光波导（未示出）附接在每个 GRIN 会聚透镜 11a、11b 上。

[0046] 图 4 示出按照组合的第一偏转原理和第二偏转原理以及扭转原理的辐射分向装置 31。在输入光波导 2 中输送的光束 5 通过射束传播元件 26 绕轴线 30 的偏转（29）或者被传导到上部的 GRIN 会聚透镜（11a）中或者如在图 4 中示出的那样被传导到下部的 GRIN 会聚透镜 11b 中。通过射束传播元件 26 和 / 或在后面连接的 GRIN 会聚透镜 11a、11b 绕着轴线 14 的偏转（10），光束 5 在相应的 GRIN 会聚透镜 11a、11b 内或者被向下传导或者如在图 4 中示出的那样被向上传导。射束传播元件 26 可附加地在扭转方向 16 上扭转。多个在扭转方向 16 上错开地设置的输出光波导 3（未示出）附接在每个 GRIN 会聚透镜 11a、11b 上，光束 5 可以分别通过射束传播元件 26 的相应扭转被传导到这些输出光波导 3 中。

[0047] 因此，到辐射分向装置 1、21、31 中的全部射束引导分别在由高度透明的并且性能适宜的材料构成的、单个的、单片的元件 6、26 中进行，其中，光束 5 不离开光波导 2、3a、3b 或者制成所述光波导或其芯的材料（通常石英玻璃）。通过取消可单独调节的光学元件（透镜、反射镜等等）以及通过紧凑的单片结构，急剧地降低了辐射分向装置 1、21、31 相对于由老化和热作用引起的失调和相对于由灰尘或其他不洁物引起的污染和损伤的易受影响性。同时，通过取消光学界面（例如，在否则存在的过渡部——空气 / 玻璃处的抗反射涂层）可以使耦合损耗最小化。

[0048] 在图 1 至图 4 中示出的辐射分向装置 1、21、31 也可以用于相反的应用情形，其中，在多个输入光波导之一中引导的光束应被转接到一个输出光波导上，如以下参照图 5 至图 7 描述的那样。

[0049] 在图 5 中示出的辐射分向装置 41 对应于在相反的方向上运行的辐射分向装置 1。在辐射分向装置 41 中，两个输入光波导 2a、2b 通过 GRIN 准直透镜 9 附接到射束传播元件 6 的一个端面 7 上，而一个输出光波导 3 通过 GRIN 会聚透镜 11 附接到另一个端面 8 上。通过绕轴线 14 偏转 10 射束传播元件 6 和 / 或在前面连接的 GRIN 准直透镜 9 可以将分别通过输入光波导 2a、2b 之一输送的光束 5 传送到输出光波导 3 中。与辐射分向装置 1 类似地，在输入光波导的相应设置时也可以通过扭转（16）射束传播元件 6 和 / 或在前面连接的 GRIN 准直透镜 9 选择所期望的输入光波导。

[0050] 在图6中示出的辐射分向装置51对应于在相反的方向上运行的辐射分向装置21。在辐射分向装置51中,两个输入光波导2a、2a分别通过GRIN准直透镜9a、9b附接到射束传播元件26的一个端面27的接合面27a、27b上而输出光波导3通过GRIN会聚透镜11附接到另一个端面28上。通过绕着轴线30偏转(29)射束传播元件26和/或在前面连接的GRIN准直透镜9a、9b可以将分别通过输入光波导2a、2b之一输送的光束5传送到输出光波导3中。

[0051] 与辐射分向装置21类似地,在输入光波导的相应设置时,也可以通过扭转(16)射束传播元件26和/或在前面连接的GRIN准直透镜9a、9b来选择所期望的输入光波导。

[0052] 在图7中示出的辐射分向装置61对应于在相反的方向上运行的辐射分向装置31,从而省去各个组件的描述。在辐射分向装置61中,通过绕着轴线14、30扭转(16)射束传播元件26和/或在前面连接的GRIN准直透镜9a、9b以及绕着轴线14、30偏转(10,29)射束传播元件26和/或在前面连接的GRIN准直透镜9a、9b,可以将分别通过输入光波导2之一输送的光束5传送到输出光波导3中。

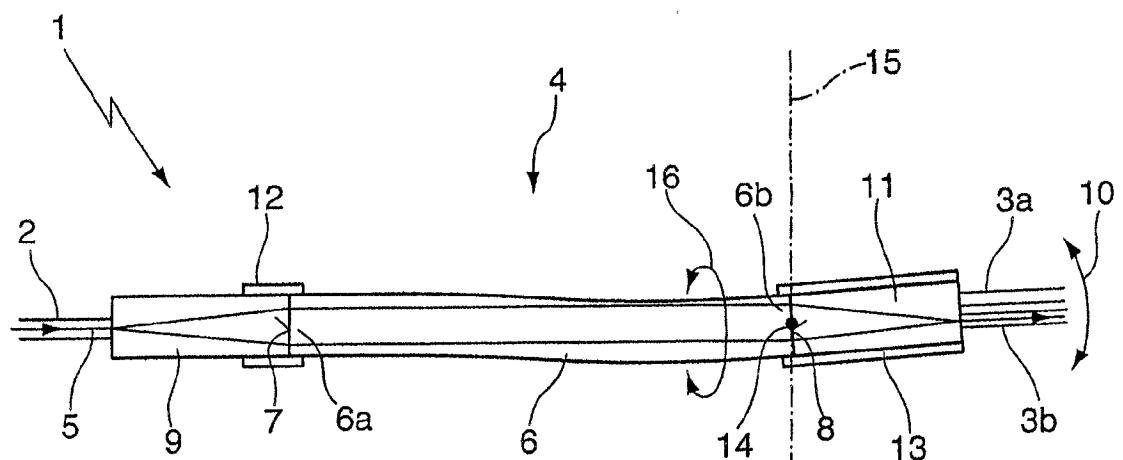


图 1a

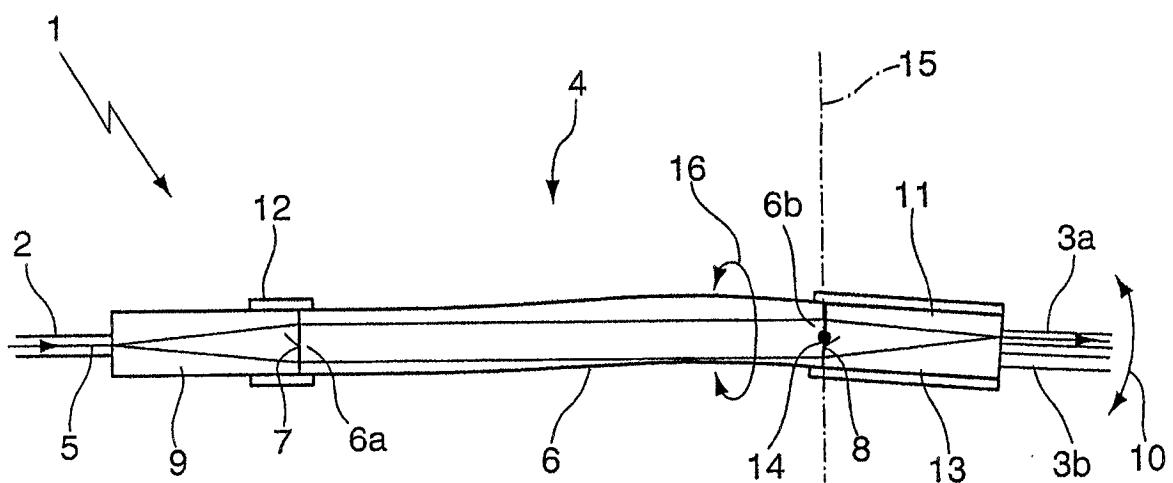


图 1b

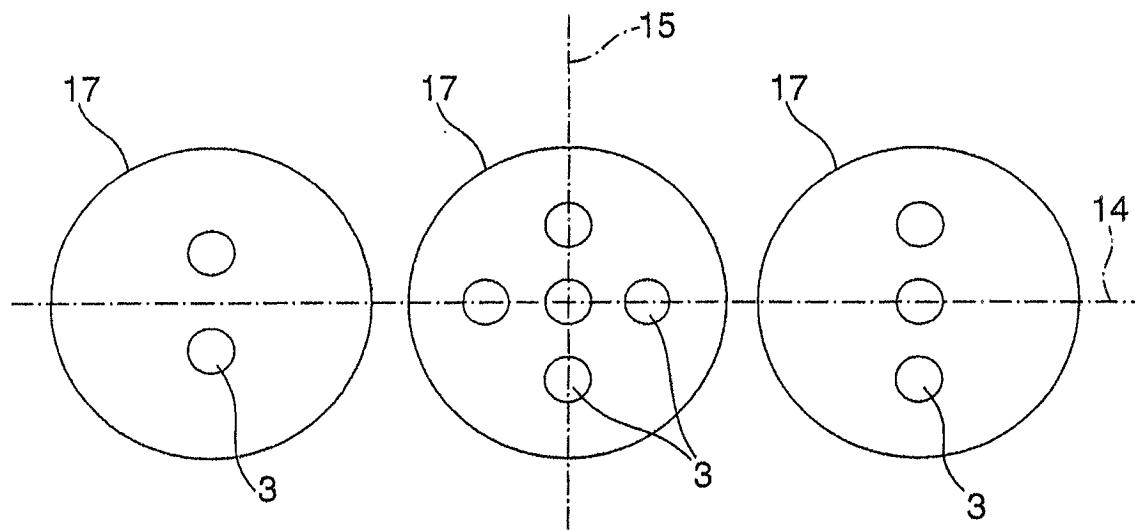


图 2a

图 2b

图 2c

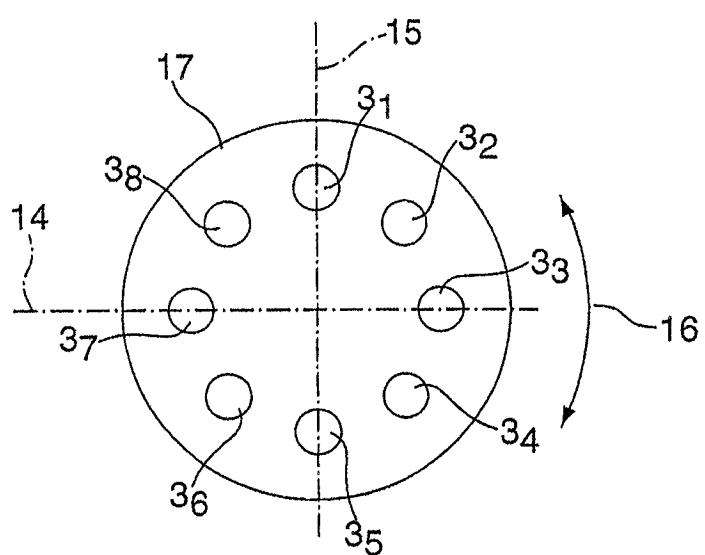


图 2d

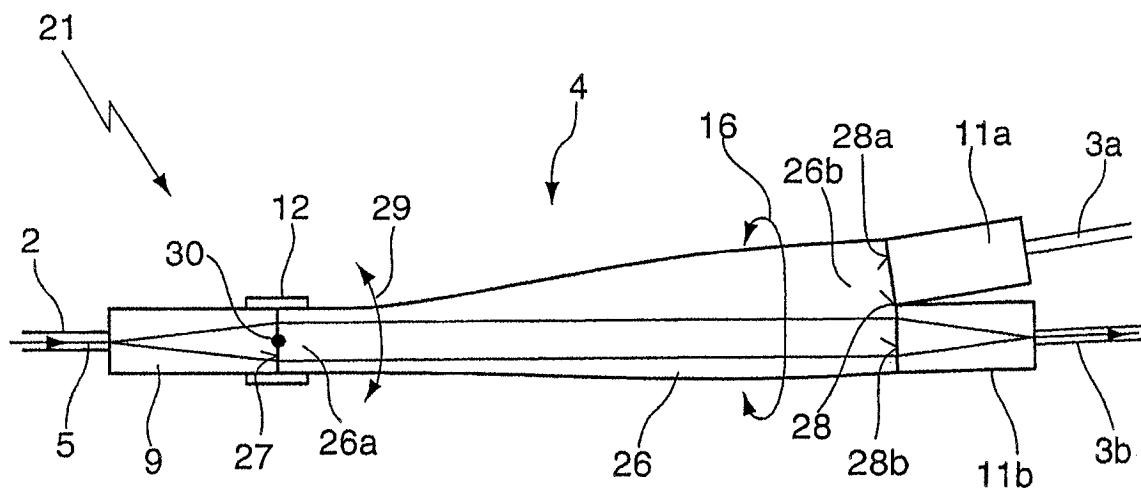


图 3a

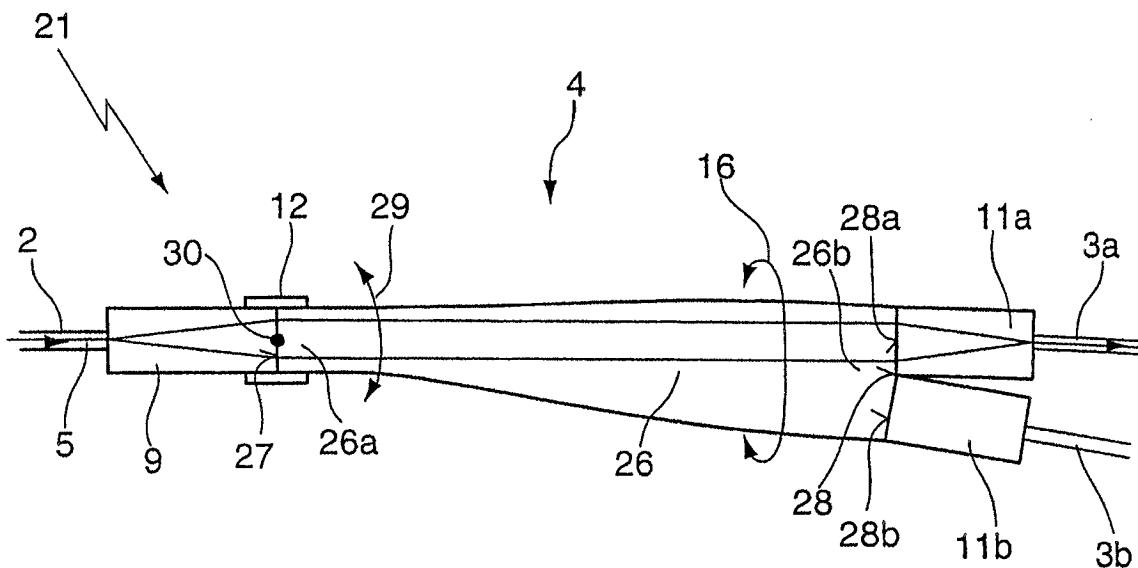


图 3b

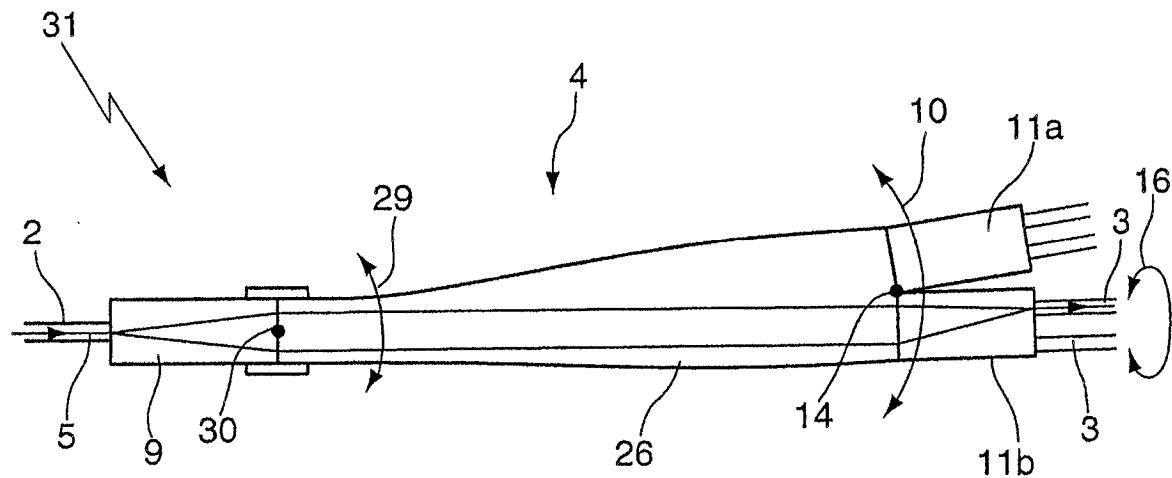


图 4

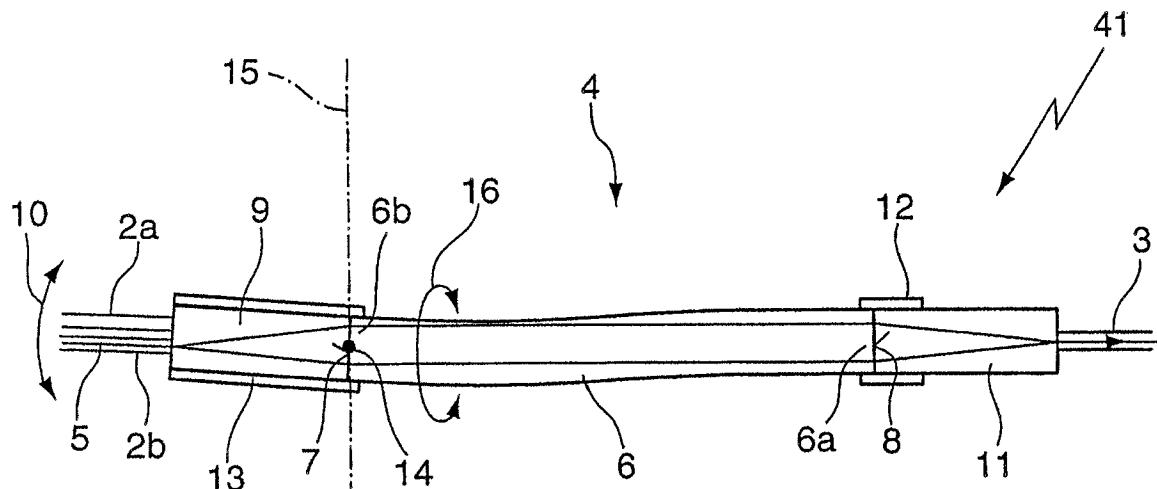


图 5

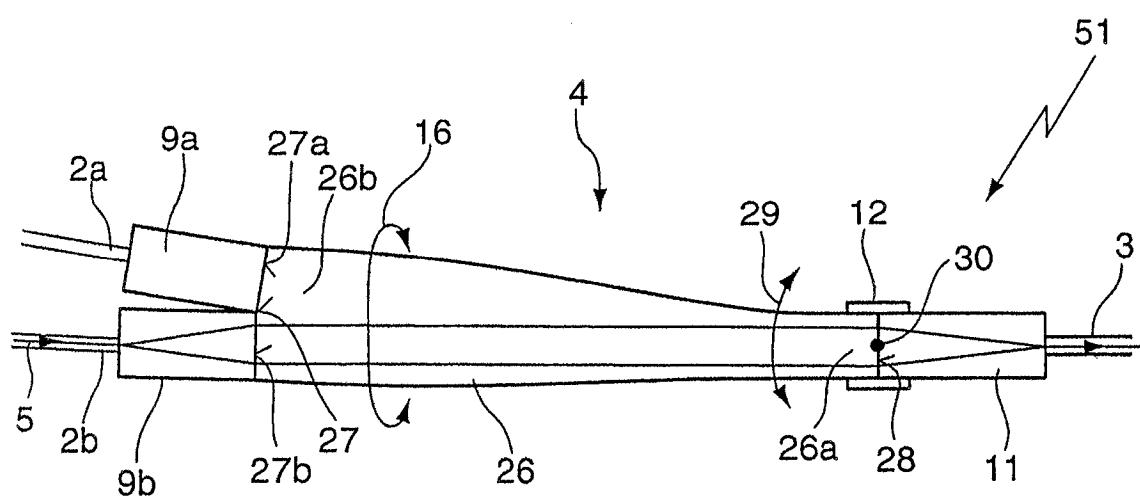


图 6

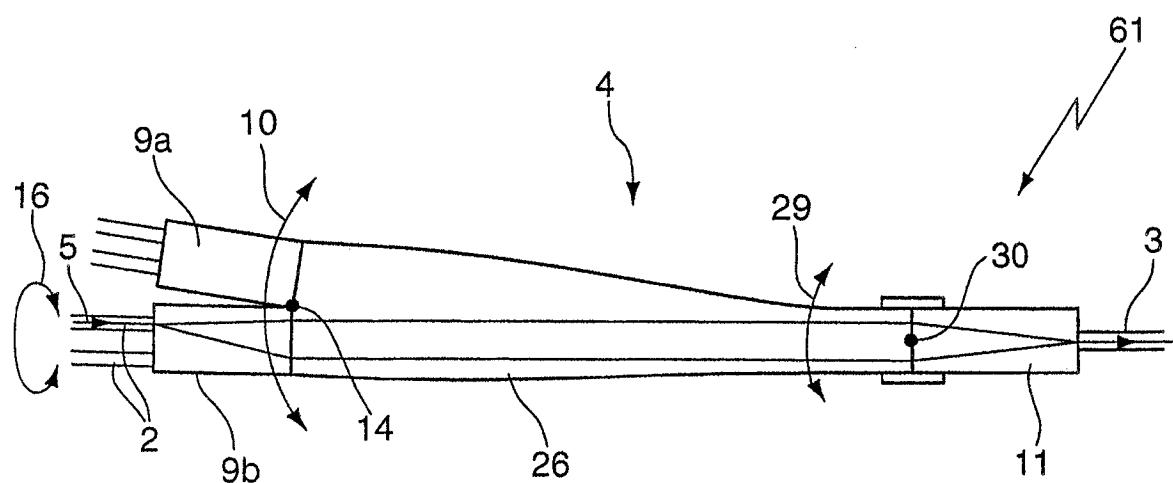


图 7