



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108132500 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(21)申请号 201810089486.9

(22)申请日 2018.01.30

(71)申请人 福建天蕊光电有限公司

地址 350000 福建省福州市仓山区盖山镇
高仕路7号B座4楼

(72)发明人 陈辉龙

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限
公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

G02B 6/27(2006.01)

G02B 27/28(2006.01)

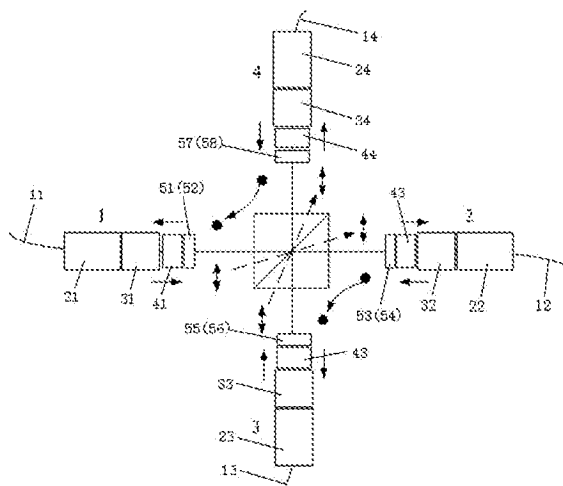
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种闭环光环行器

(57)摘要

本发明涉及一种闭环光环行器,包括偏振分光棱镜、第一准直器、第二准直器、第三准直器、第四准直器、第一位移片、第一旋转片、第一波片、第二波片、第二位移片、第二旋转片、第三波片、第四波片、第三位移片、第三旋转片、第五波片、第六波片、第四位移片、第四旋转片、第七波片及第八波片,第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤和第四根光纤分别置于第一准直器、第二准直器、第三准直器和第四准直器,将第一根光纤的光束耦合进第二根光纤,第二根光纤的光束耦合进第三根光纤,第三根光纤的光束耦合进第四根光纤,第四根光纤的光束耦合进第一光纤,形成闭环回路。本发明结构合理,生产成本低,实现普通环行器无法实现的闭环功能。



1. 一种闭环光环行器,包括第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤以及第四根光纤,其特征在于:还包括偏振分光棱镜、分布在偏振分光棱镜四周的第一准直器、第二准直器、第三准直器以及第四准直器,第一准直器和第二准直器沿横轴相向设置,第三准直器与第四准直器沿纵轴相向设置,第一准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第一位移片、第一旋转片、第一波片及第二波片,第一波片与第二波片的横坐标相同;第二准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第二位移片、第二旋转片、第三波片及第四波片,第三波片与第四波片的横坐标相同;第三准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片、第三旋转片、第五波片及第六波片,第五波片和第六波片的纵坐标相同;第四准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片、第四旋转片、第七波片及第八波片,第七波片与第八波片的纵坐标相同;第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤和第四根光纤分别放置于第一准直器、第二准直器、第三准直器和第四准直器上,第一根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第二根光纤,第二根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第三根光纤,第三根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第四根光纤,第四根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第一光纤,形成闭环回路。

2. 根据权利要求1所述的闭环光环行器,其特征在于:所述第一位移片、第二位移片、第三位移片及第四位移片为偏振分光棱镜。

3. 根据权利要求1所述的闭环光环行器,其特征在于:所述偏振分光棱镜的任意一侧设置有 45° 或 135° 光轴方向放置的 $1/4$ 、 $3/4$ 或 $5/4$ 波片,构成闭环三端口环行器。

4. 一种闭环光环行器,包括第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤以及第四根光纤,其特征在于:还包括沿同一横轴依次设置的第一准直器、第一位移片、第一旋转片、第一波片、第二波片、偏振分光棱镜,第四波片、第三波片、第二旋转片、第二位移片和第二准直器,所述偏振分光棱镜沿纵轴向两侧分别设置有第一直角反射棱镜和第二直角反射棱镜,第一准直器的旁侧沿纵轴并排设置有第三准直器,所述第三准直器与第一直角反射棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片、第三旋转片、第五波片及第六波片,第一波片、第二波片、第五波片及第六波片的横坐标相同;第二准直器的旁侧沿纵轴并排设置有第四准直器,所述第四准直器与第二直角发射棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片、第四旋转片、第七波片和第八波片,第三波片、第四波片、第七波片及第八波片的横坐标相同;所述第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤和第四根光纤分别放置于第一准直器、第二准直器、第三准直器和第四准直器上;第一根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第二根光纤,第二根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第三根光纤,第三根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第四根光纤,第四根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第一光纤,形成闭环回路。

5. 根据权利要求4所述的闭环光环行器,其特征在于:所述第一位移片、第二位移片、第三位移片及第四位移片为偏振分光棱镜。

6. 根据权利要求4所述的闭环光环行器,其特征在于:所述第一位移片与第三位移片、第二位移片与第四位移片、第一旋转片与第三旋转片、第二旋转片与第四旋转片、第一波片与第二波片、第三波片与第四波片、第五波片与第六波片、第七波片与第八波片、第一准直器与第三准直器、第二准直器与第四准直器分别为一体式结构;所述第一直角反射棱镜、第二直角反射棱镜和偏振分光棱镜为一体式结构,第一直角反射棱镜和第二直角反射棱镜上

放置 45° 光轴方向的 $1/2$ 波片。

一种闭环光环行器

[0001] 技术领域:

本发明涉及一种闭环光环行器。

[0002] 背景技术:

光环行器是一种多端口输入输出的非互易性光学器件,它的作用是使光信号只能沿规定的端口顺序传输。它的典型结构有 N (N 大于等于3)个端口,如图1所示,当光由端口1输入时,光由端口2输出,当光由端口2输入时,光由端口3输出,以此类推。

[0003] 由于光环行器的这种顺序传输特性,使其成为双向通信中的重要器件,它可用于将同一根光纤中正向传输和反向传输的光信号分开。图2为光环行器用于单纤双向通信的例子。此时,端口1连接数据发送器,端口2连接外部网络,端口3连接信号接收器。数据可由发送器通过光环行器的端口1由端口2送到外部网络,外部来的信号由端口2进入光环行器,但不会到达端口1而到达端口3进入信号接收器。

[0004] 光环行器可用于光通信中单纤双向通信,光纤布拉格光栅(FBG)组合应用,掺铒光纤放大器(EDFA),波分复用(WDM),色散补偿,光信号上载/下载,还可在光学时域反射仪(OTDR)和光纤陀螺(Sagnac干涉仪)中做耦合器,很好的提高了系统的性能。

[0005] 发明内容:

有鉴于此,本发明的目的是提供一种闭环光环行器,该光环行器不仅设计合理,而且具有闭环、隔离度高、插入损耗低、偏振相关损耗低等优点。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种闭环光环行器,包括第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤以及第四根光纤,还包括偏振分光棱镜、分布在偏振分光棱镜四周的第一准直器、第二准直器、第三准直器以及第四准直器,第一准直器和第二准直器沿横轴相向设置,第三准直器与第四准直器沿纵轴相向设置,第一准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第一位移片、第一旋转片、第一波片及第二波片,第一波片与第二波片的横坐标相同;第二准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第二位移片、第二旋转片、第三波片及第四波片,第三波片与第四波片的横坐标相同;第三准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片、第三旋转片、第五波片及第六波片,第五波片和第六波片的纵坐标相同;第四准直器与偏振分光棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片、第四旋转片、第七波片及第八波片,第七波片与第八波片的纵坐标相同;第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤和第四根光纤分别放置于第一准直器、第二准直器、第三准直器和第四准直器上,第一根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第二根光纤,第二根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第三根光纤,第三根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第四根光纤,第四根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第一光纤,形成闭环回路。

[0007] 进一步的,所述第一位移片、第二位移片、第三位移片及第四位移片为偏振分光棱镜。

[0008] 进一步的,所述偏振分光棱镜的任意一侧设置有 45° 或 135° 光轴方向放置的 $1/4$ 、 $3/4$ 或 $5/4$ 波片,构成闭环三端口环行器。

[0009] 本发明还提供了另一种闭环光环行器:包括第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤以及第四根光纤,还包括沿同一横轴依次设置的第一准直器、第一位移片、第一旋转片、第一波片、第二波片、偏振分光棱镜,第四波片、第三波片、第二旋转片、第二位移片和第二准直器,所述偏振分光棱镜沿纵轴向两侧分别设置有第一直角反射棱镜和第二直角反射棱镜,第一准直器的旁侧沿纵轴并排设置有第三准直器,所述第三准直器与第一直角反射棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片、第三旋转片、第五波片及第六波片,第一波片、第二波片、第五波片及第六波片的横坐标相同;第二准直器的旁侧沿纵轴并排设置有第四准直器,所述第四准直器与第二直角发射棱镜之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片、第四旋转片、第七波片和第八波片,第三波片、第四波片、第七波片及第八波片的横坐标相同;所述第一根光纤、第二根光纤、第三根光纤和第四根光纤分别放置于第一准直器、第二准直器、第三准直器和第四准直器上;第一根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第二根光纤,第二根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第三根光纤,第三根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第四根光纤,第四根光纤的光束经所述闭环光环行器耦合进第一光纤,形成闭环回路。

[0010] 进一步的,所述第一位移片、第二位移片、第三位移片及第四位移片为偏振分光棱镜。

[0011] 进一步的,所述第一位移片与第三位移片、第二位移片与第四位移片、第一旋转片与第三旋转片、第二旋转片与第四旋转片、第一波片与第二波片、第三波片与第四波片、第五波片与第六波片、第七波片与第八波片、第一准直器与第三准直器、第二准直器与第四准直器分别为一体式结构;所述第一直角反射棱镜、第二直角反射棱镜和偏振分光棱镜为一体式结构,第一直角反射棱镜和第二直角反射棱镜上放置 45° 光轴方向的 $1/2$ 波片。

[0012] 与现有技术相比,本发明具有以下效果:本发明设计合理,采用偏振分光棱镜,在小间距上复用光学零件,简化结构,降低成本。在环行器应用中,实现普通环行器无法实现的闭环功能,在特殊应用环境有普通环行器无法相比的优势。

[0013] 附图说明:

图1是传统光环行器的示意图;

图2是现有技术中光环行器用于单纤双向通讯示意图;

图3是本发明实施例一的光路俯视图;

图4是本发明实施例一的一种入射光路侧视图;

图5是本发明实施例一的一种出射光路侧视图;

图6是本发明实施例二“反射-透射-反射-透射”光路俯视图;

图7是本发明实施例三闭环三口环行器光路俯视图;

图8是本发明实施例四采用单纤准直器的闭环四口环行器折叠光路俯视图;

图9是本发明实施例五采用双纤准直器的闭环四口环行器折叠光路俯视图。

[0014] 图中:

1-一端口;2-二端口;3-三端口;4-四端口;11-第一根光纤;12-第二根光纤;13-第三根光纤;14-第四根光纤;21-第一准直器;22-第二准直器;23-第三准直器;24-第四准直器;31-第一位移片;32-第二位移片;33-第三位移片;34-第四位移片;41-第一旋转片;42-第二旋转片;43-第三旋转片;44-第四旋转片;51-第一波片;52-第二波片;53-第三波片;54-

第四波片;55-第五波片;56-第六波片;57-第七波片;58-第八波片;6-偏振分光棱镜;7-1/4波片;81-第一直角反射棱镜;82-第二直角反射棱镜。

[0015] 具体实施方式:

为了更清楚地解释本发明,下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明,显而易见地,下面所列的附图仅仅是本发明的一些具体实施例。

[0016] 实施例一:

如图3所示,本实施例中,一种闭环光环行器,包括第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13以及第四根光纤14,还包括偏振分光棱镜6、分布在偏振分光棱镜6四周的第一准直器21、第二准直器22、第三准直器23以及第四准直器24,第一准直器21和第二准直器22沿横轴相向设置,第三准直器23与第四准直器24沿纵轴相向设置,第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13和第四根光纤14分别放置于第一准直器21、第二准直器22、第三准直器23和第四准直器24上,第一准直器21、第二准直器22、第三准直器23和第四准直器24分别将来自第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13及第四根光纤14的光准直成平行光束,或将平行光束导入第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13和第四根光纤14。

[0017] 第一准直器21与偏振分光棱镜6之间沿光线入射方向依次设置有第一位移片31、第一旋转片41、第一波片51及第二波片52,第一波片51与第二波片52的横坐标相同;第二准直器21与偏振分光棱镜6之间沿光线入射方向依次设置有第二位移片32、第二旋转片42、第三波片53及第四波片54,第三波片53与第四波片54的横坐标相同;第三准直器23与偏振分光棱镜6之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片33、第三旋转片43、第五波片55及第六波片56,第五波片55和第六波片56的纵坐标相同;第四准直器24与偏振分光棱镜6之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片34、第四旋转片44、第七波片57及第八波片58,第七波片57与第八波片58的纵坐标相同;第一位移片31、第二位移片32、第三位移片33及第四位移片34用来将任意状态的输入光分解成两束偏振方向垂直的偏振分量或者将两束偏振方向垂直的偏振分量合成一个光束。第一旋转片41、第二旋转片42、第三旋转片43、第四旋转片44、第一波片51、第二波片52、第三波片53、第四波片54、第五波片55、第六波片56、第七波片57及第八波片58用来改变光束的偏振态。偏振分光棱镜6,根据光束的偏振态,产生透射和反射的传输方向。

[0018] 第一根光纤11入射的光,经过第一准直器21、第一位移片31、第一旋转片41、第一波片51和第二波片52后是水平偏振光,在偏振分光棱镜6上发生透射,然后再经过第三波片53、第四波片54、第二旋转片42、第二位移片32及第二准直器22耦合进第二根光纤12。第二根光纤12入射的光,经过第二准直器22、第二位移片32、第二旋转片42、第三波片53和第四波片54后是垂直偏振光,在偏振分光棱镜6上发生反射,然后再经过第六波片56、第五波片55、第三旋转片43、第三位移片33及第三准直器23耦合进第三根光纤13。第三根光纤13入射的光,经过第三准直器23、第三位移片33、第三旋转片43、第五波片55和第六波片56后是水平偏振光,在偏振分光棱镜6上发生透射,然后再经过第八波片58、第七波片57、第四旋转片44、第四位移片34及第四准直器24耦合进第四根光纤14。第四根光纤14入射的光,经过第四准直器24、第四位移片34、第四旋转片44、第七波片57和第八波片58后是垂直偏振光,在偏振分光棱镜6上发生反射,然后再经过第二波片52、第一波片51、第一旋转片41、第一位移片31及第一准直器21耦合进第一根光纤11,形成闭环回路。从一、二、三、四顺序在偏振分光棱

镜5上,是透射->反射->透射->反射。

[0019] 为说明本实施例中入射光偏振变化,如图4所示,以第一根光纤11为例:来自第一根光纤11的光束经过第一准直器21后变成平行光束211。光束211进入第一位移片后,被分成具有相互垂直偏振态的沿x方向分离的两束光,即水平偏振方向的正常光211o和垂直偏振态的反常光211e。图4下方的xy平面剖面图标示了它们的偏振态。光束211o经光轴-22.5°的第一波片51后,偏振态被旋转了-45°,光束211e经光轴22.5°的第二波片52后偏振态被旋转了45°,这样211o和211e的偏振方向相同,图3下方的xy平面剖面图标示了光束211o和211e偏振态的变化。然后这两束光进入偏振分光棱镜6,偏振方向逆时针旋转-45°,这时两束光是垂直偏振态出射,偏振方向沿x轴方向。

[0020] 为了说明本实施例中出射光偏振变化,如图5所示,以第一根光纤11为例:从图左边传输过来的两束光211o'和211e'是水平偏振态,偏振方向沿y轴方向。这两束光经过偏振分光棱镜6,偏振方向逆时针旋转-45°,然后光束211o'经光轴-22.5°的第一波片51后,偏振态被旋转了45°变成水平偏振光;光束211e'经光轴22.5°的第二波片52后,偏振态被旋转了-45°变成垂直偏振光。水平偏振光束211o'和垂直偏振光束211e',进入第一位移片31后,合成为平行光束211'。图4下方的xy平面剖面图标示了它们的偏振态。光束211'由第一准直器21进入第一根光纤11。

[0021] 以上图4和图5,说明了从右到左传输,和从左到右传输,偏振态的变化,解释了入射产生垂直偏振态,而出射是水平偏振态的效果。同理,如果波片的光轴在+、-22.5°变化,或者选光片按+、-45°变化,也同样可以出现入射光产生水平偏振态,而出射光是垂直偏振态的效果。

[0022] 本实施例中,所述第一位移片31、第二位移片32、第三位移片33及第四位移片34为偏振分光棱镜,达到同样的分合光功能。在使用偏振分光棱镜的情况下,可以压缩光路长度,降低成本。

[0023] 本实施例中,第一旋转片41和第一波片51、第二波片52的前后顺序、第二旋转片42和第三波片53、第四波片54的前后顺序、第三旋转片43和第五波片55、第六波片56的前后顺序、第四旋转片44和第七波片57、第八波片58的前后顺序均可以互换。

[0024] 本实施例中,将第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13及第四根光纤14所处的位置依次定义为一端口1、二端口2、三端口3及四端口4。由于是闭环环行器,每个端口是对等和可互易的。针对偏振分光棱镜有透射和反射两种传播方向,把一、二、三、四端口依次交叉布置为垂直偏振和水平偏振输出;利用不可逆磁旋光效应的旋光片,与可逆旋光的波片一起产生出射方向是垂直偏振方向或者是水平偏振方向,相应的输入方向就确定是水平偏振方向或者是垂直偏振方向。然后在偏振分光棱镜上,就能形成透射-反射交错分布的布局,从而产生一、二、三、四端口闭环环行器的效果,

来自每一根光纤的光由相应准直器准直成平行光束后,依次经过位移片,旋转片,两片波片后光束的传输方向没有改变;入射到偏振分光棱镜后,平行于偏振分光棱镜的偏振光发生反射,垂直于偏振分光棱镜的偏振光发生透射,光束改变了传输方向;入射经过另外一个环行器臂的两片波片、旋转片、位移片后,由相应光纤接收。

[0025] 实施例二:

请参考图6,是本发明实施例二“反射->透射->反射-透射”光路俯视图,本实施例与实

施例一的区别在于调整波片的方向,使第一根光纤的光束入射到偏振分光棱镜上的是垂直偏振光,就发生反射,从而实现参考图6的光路分布。

[0026] 实施例三:

本实施例与实施例一的区别在于:所述偏振分光棱镜6的任意一侧设置有 45° 或 135° 光轴方向放置的 $1/4$ 、 $3/4$ 或 $5/4$ 波片,构成闭环三端口环形器。如图7所示,将第四准直器、第四位移片34、第四旋转片44、第七波片57及第八波片58替换成一个 45° 光轴放置的 $1/4$ 波片7,这种情况下,入射光为水平偏振态,出射光变为垂直偏振态;若入射光为垂直偏振态,则出射光变为水平偏振态。那么从第三根光纤13往原来第四根光纤14的光,就直接反射回光路,再经偏振分光棱镜6反射,进入第一根光纤11,这样就构成了闭环三端口的情况。如果没有该 $1/4$ 波片,整个结构就是普通三端口环形器。

[0027] 实施例四:

本实施例中,还提供了另一种闭环光环行器:如图8所示,包括第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13以及第四根光纤14,还包括沿同一横轴依次设置的第一准直器21、第一位移片31、第一旋转片41、第一波片54、第二波片52、偏振分光棱镜6,第四波片54、第三波片53、第二旋转片42、第二位移片32和第二准直器22,所述偏振分光棱镜6沿纵轴向两侧分别设置有第一直角反射棱镜81和第二直角反射棱镜82,第一准直器21的旁侧沿纵轴并排设置有第三准直器23,所述第三准直器23与第一直角反射棱镜81之间沿光线入射方向依次设置有第三位移片33、第三旋转片43、第五波片55及第六波片56,第一波片51、第二波片52、第五波片55及第六波片56的横坐标相同;第二准直器22的旁侧沿纵轴并排设置有第四准直器24,所述第四准直器24与第二直角发射棱镜82之间沿光线入射方向依次设置有第四位移片34、第四旋转片44、第七波片57和第八波片58,第三波片53、第四波片54、第七波片57及第八波片58的横坐标相同;所述第一根光纤11、第二根光纤12、第三根光纤13和第四根光纤14分别放置于第一准直器21、第二准直器22、第三准直器23和第四准直器24上;第一根光纤11的光束经所述闭环光环行器耦合进第二根光纤12,第二根光纤12的光束经所述闭环光环行器耦合进第三根光纤13,第三根光纤13的光束经所述闭环光环行器耦合进第四根光纤14,第四根光纤14的光束经所述闭环光环行器耦合进第一光纤11,形成闭环回路。

[0028] 本实施例中,第一准直器21、第二准直器22、第三准直器23及第四准直器24均为单纤准直器,通过采用第一直角反射棱镜81和第二直角反射棱镜82,把实施例一中的第三根光纤13和第四根光纤14分别折叠到向左和向右方向,与实施例一相比,结构更加紧凑。同时,第一直角反射棱镜81和第二直角反射棱镜82也可用反射镜替代;也可采用其他方向折叠光路。

[0029] 本实施例中,所述第一位移片31、第二位移片32、第三位移片33及第四位移片34为偏振分光棱镜,达到同样的分合光功能。在使用偏振分光棱镜的情况下,可以压缩光路长度,降低成本。

[0030] 实施例五:

如图9所示,本实施例与实施例四的区别在于:所述第一位移片31与第三位移片33、第二位移片32与第四位移片34、第一旋转片41与第三旋转片43、第二旋转片42与第四旋转片44、第一波片51与第二波片52、第三波片53与第四波片54、第五波片55与第六波片56、第七波片57与第八波片58、第一准直器21与第三准直器23、第二准直器22与第四准直器24分别

为一体式结构;所述第一直角反射棱镜81、第二直角反射棱镜82和偏振分光棱镜6为一体式结构,第一直角反射棱镜81和第二直角反射棱镜82上放置 45° 光轴方向的 $1/2$ 波片。

[0031] 将第一准直器21与第三准直器23、第二准直器22与第四准直器24分别为一体式结构,即可形成双纤准直器,此时第一根光纤11和第三根光纤13合并到同一准直器内,第二根光纤12和第四根光纤14合并到同一准直器内,使得该闭环光环行器的结构更加简单,成本大幅降低,可以实用化和量产化。

[0032] 上列较佳实施例,对本发明的目的、技术方案和优点进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

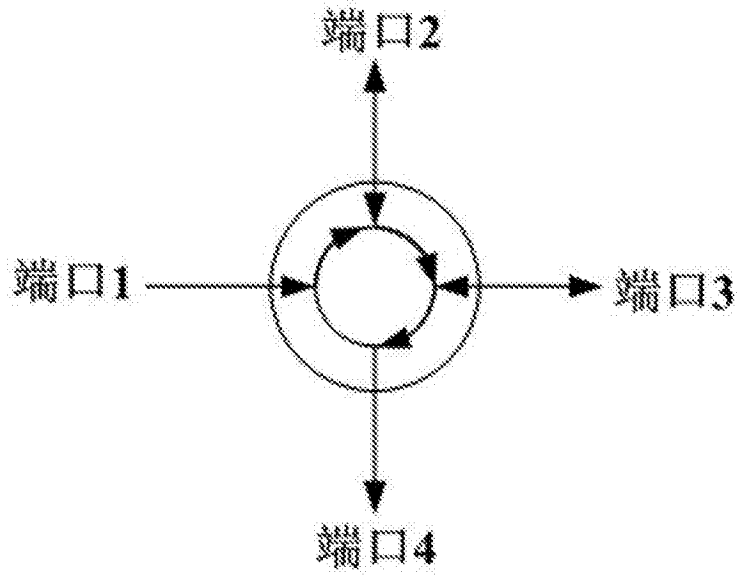


图1

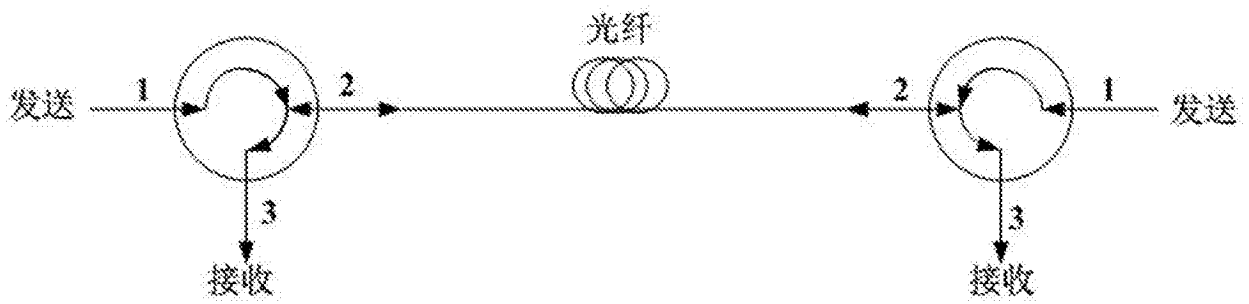


图2

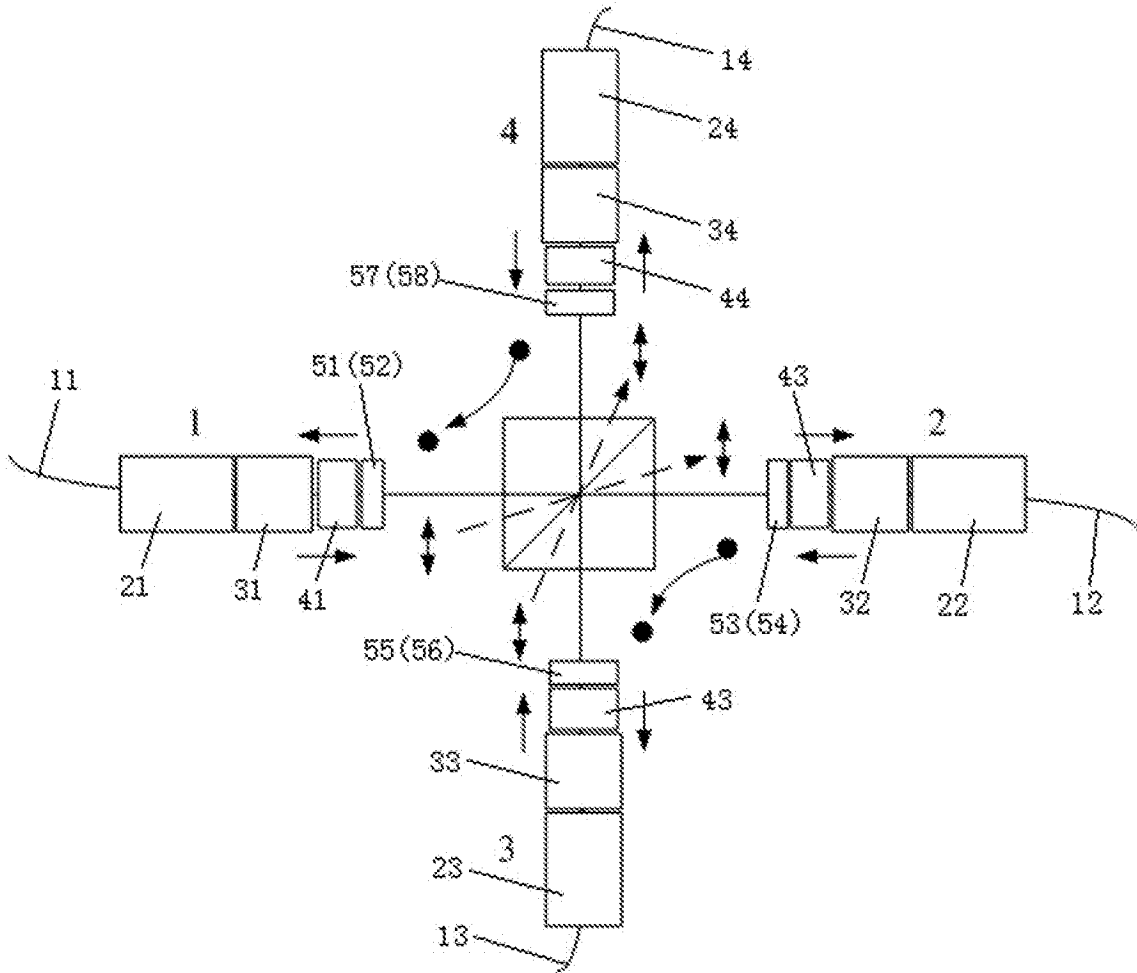


图3

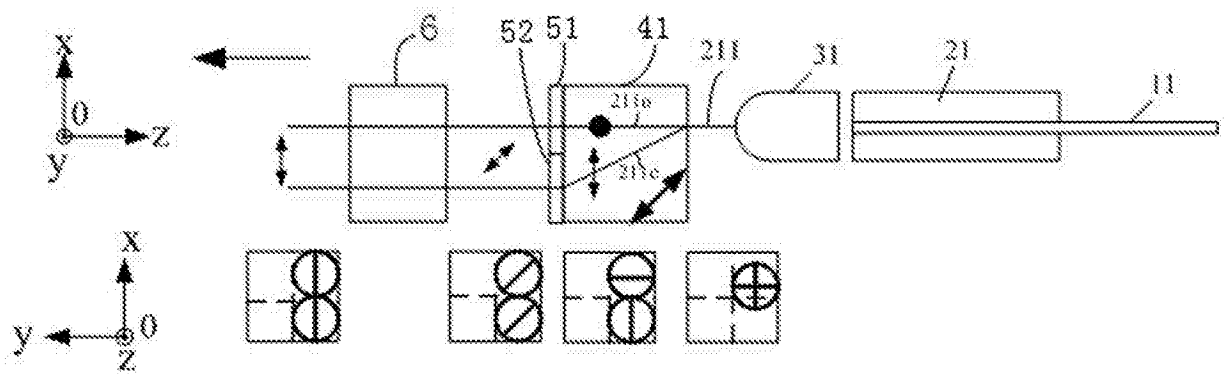


图4

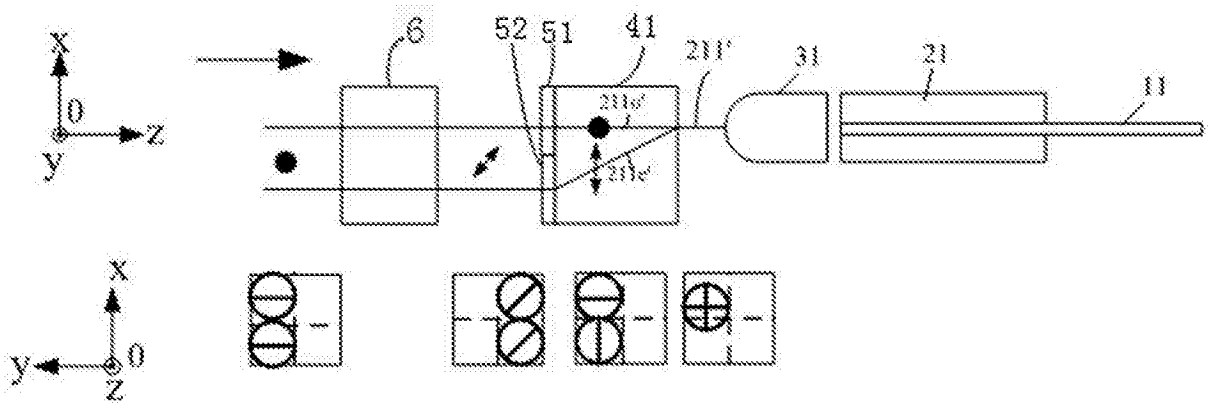


图5

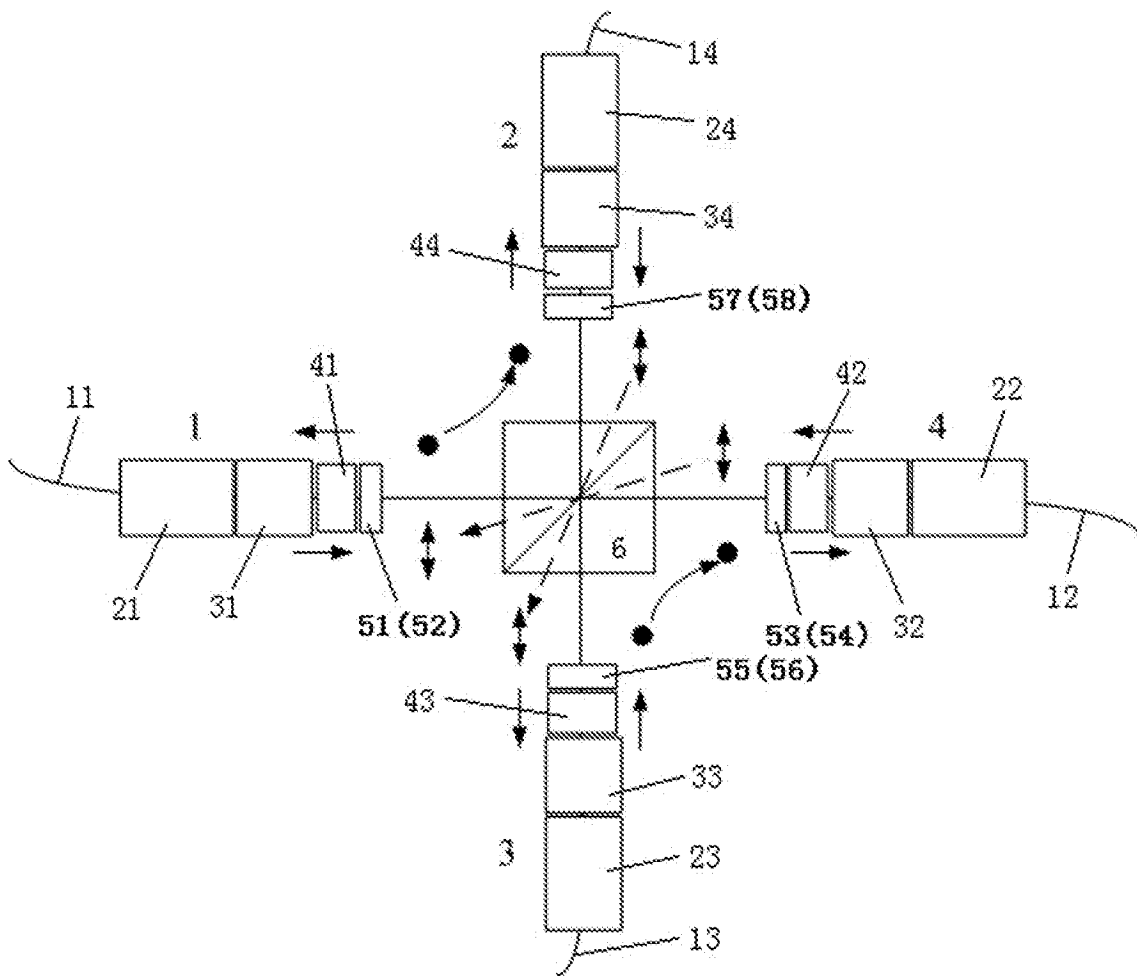


图6

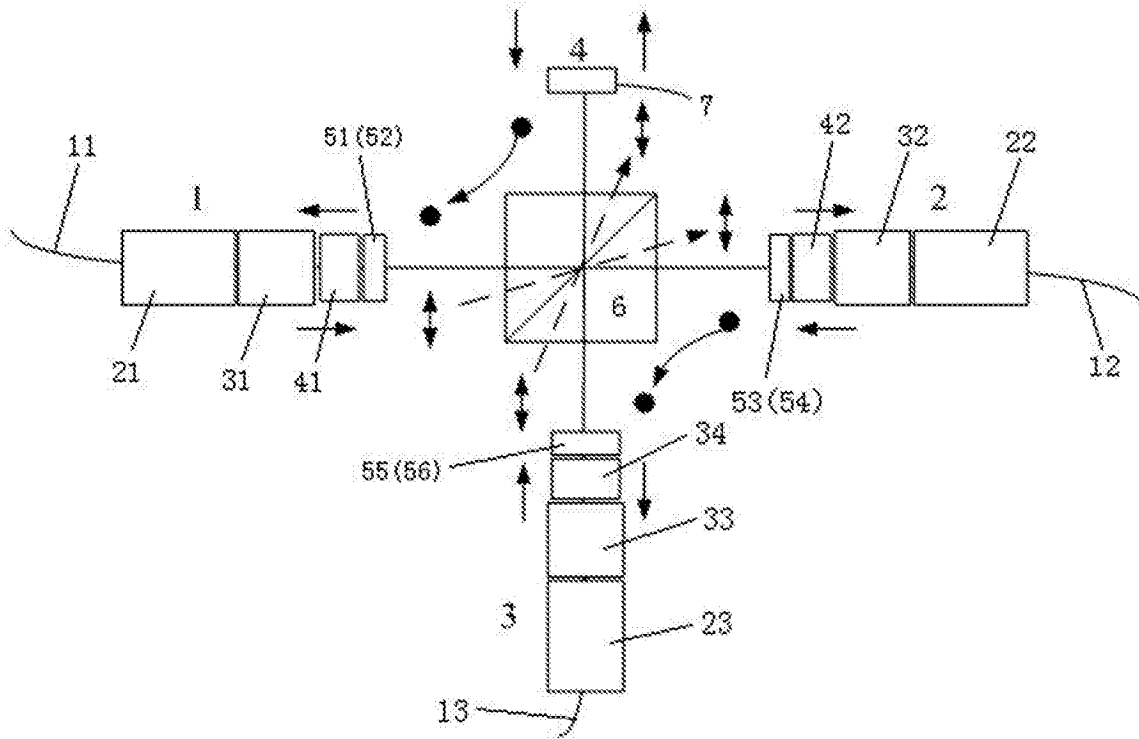


图7

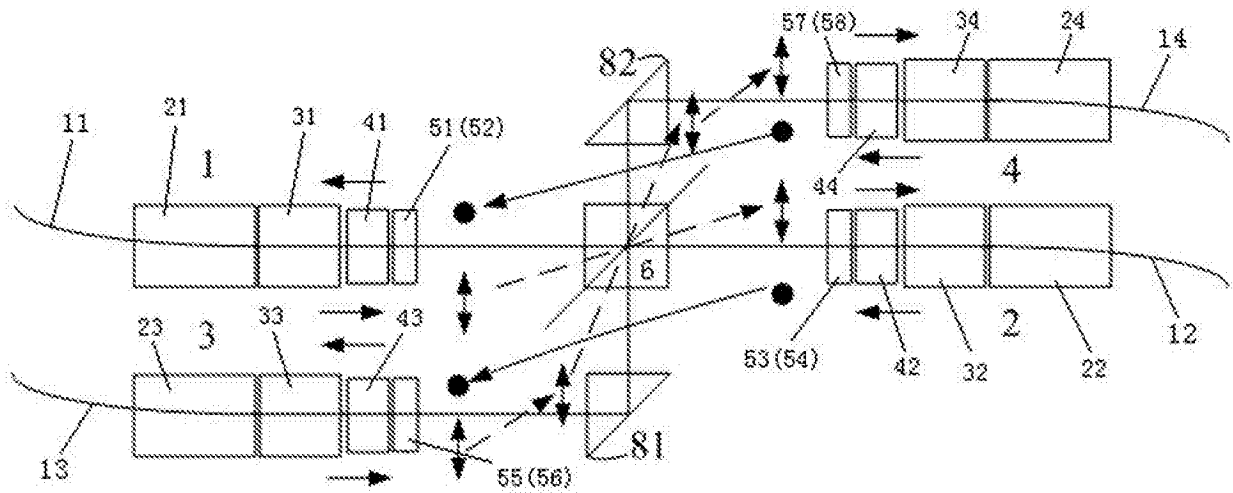


图8

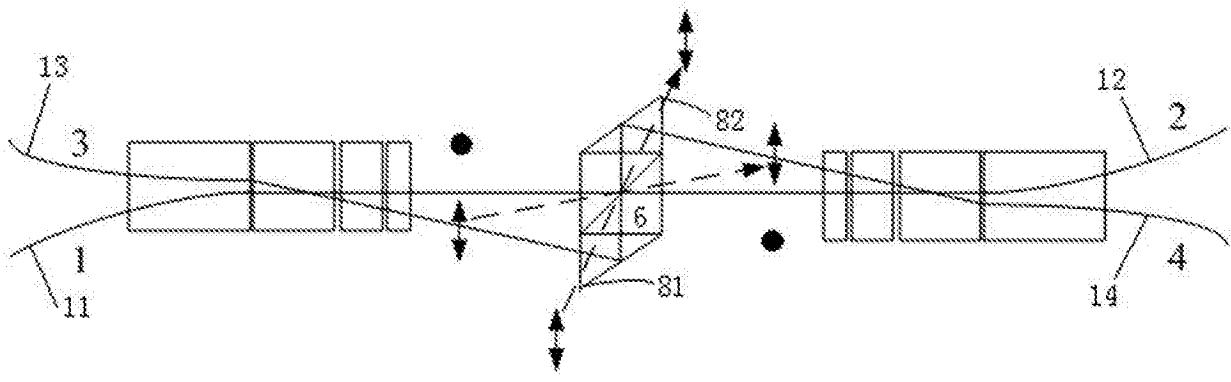


图9