

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 6/35

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01101650.7

[43]公开日 2001 年 10 月 10 日

[11]公开号 CN 1316663A

[22]申请日 2001.1.18 [21]申请号 01101650.7

[30]优先权

[32]2000.1.18 [33]US [31]60/176,299

[71]申请人 JDS 尤尼费斯公司

地址 加拿大安大略

[72]发明人 迈克尔·J·厄维尔

[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

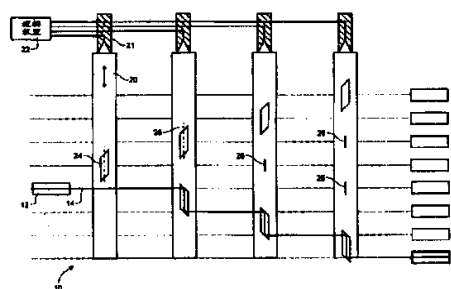
代理人 王茂华

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 光开关

[57]摘要

光开关操纵已被准直透镜扩大的光信号。通过在准直透镜之间引入棱镜,以使光信号对于选择透镜改变方向,实行转换。棱镜优选地具有一个限定平行四边形的截面,以便光信号在棱镜之内被反射两次,以使截面畸变最小,并且避免光谱效应。一个电路对中继和棱镜的实际位置提供反馈,用于故障检测和诊断。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种光开关, 包括:

至少一个光输入组件和至少一个输出组件(在所述输入组件与所述至少输出组件之间限定光路),

至少一个棱镜位移装置, 其上支持至少一个棱镜, 并且可操作为在一个第一位置与一个第二位置之间移动, 第一位置对应安排在所述至少一个输入组件与至少一个输出组件之间的光路中的至少一个棱镜, 而第二位置对应安排在光路之外的至少一个棱镜,

其中所述棱镜位移装置是直线可移动装置。

2. 根据权利要求 1 的开关, 其中所述位移装置安装为移动, 以便棱镜的光轴一般地垂直于光路。

3. 根据权利要求 1 的开关, 其中所述至少一个棱镜限定一个平行四边形截面, 棱镜安排在所述棱镜位移装置上, 以便第一位置上的光信号通过棱镜之内的总内部反射被反射两次。

4. 根据权利要求 3 的开关, 其中所述位移装置是一个条, 其上安装至少一个平行四边形棱镜。

5. 根据权利要求 3 的开关, 其中所述至少一个位移装置是至少两个条的组, 安装为在第一位置与第二位置之间相互平行地位移。

6. 根据权利要求 1 的开关, 包括至少两个棱镜, 安排为限定一个单平面, 所述输出组件安排在相同的单平面中。

7. 根据权利要求 1 的开关, 包括至少两个棱镜, 安排为使它们的输出限定至少两个平面, 输出组件安排在所述至少两个平面中。

8. 根据权利要求 1 的开关, 其中所述至少一个棱镜限定一个矩形平行四边形截面。

光 开 关

本发明一般涉及纤维光网，并且特别涉及沿光网的选择纤维引导光信号的开关。

在纤维光网中，光信号沿光导纤维传输，以把信息从一个位置传送到另一个位置。光信号必须准确地进入光导纤维，否则将失去大量的信号强度。现代光导纤维截面非常小，并且典型地具有一个相当窄的接收角，进入纤维的光应该落入这个接收角，以促进光信号沿纤维的有效传播。因此，光开关一般取决于在一个或多个输入光导纤维与一个或多个输出光导纤维之间的精确的和可选择的对准。现代单模式光导纤维的对准要求特别严格，因为它们的芯直径典型地如 $2.0\ \mu\text{m}$ 到 $10.0\ \mu\text{m}$ 那样小。

在已知的机电光开关中，经常通过相对输出纤维的端部精确地移动输入纤维的端部，或不移动光导纤维本身，而通过准确地移动一面镜，以使光信号相对选择的输出纤维改变方向，实行转换操作。不幸地，这些准确和精确要求相当大地增加了成本，并且降低了已知光开关的可靠性。

可供选择的已知光开关结构使信号分裂，并且选择地阻止不希望的光路。这样的开关非常低效率，要求重复信号放大。重复放大代价高，而且还增加原始光信号的噪声和畸变的可能性。在提供具有同时开关的多个选择通路的复杂光开关中，例如在 2×2 开关、 $M\times N$ 开关、 $N\times M$ 开关和其他类似开关中，这些缺点是复合的。

机电纤维光开关的一个特别挑战是它们操作为两个数据传输介质之间的接口。虽然这些结构的目的是在光导纤维之间提供转换，但是它们经常将由电伺服致动。因此，当发生转换故障时，可能难以确定故障是位于网络的光学元件、开关的光学元件、转换控制电路的电元件，还是位于开关本身的机电元件。

属于 Pan 等人的美国专利 No. 5,867,617 和 No. 5,999,669 通过提出 $M \times N$ 纤维光开关, 在输入与输出光导纤维之间利用若干平行四边形棱镜, 以使光信号相对选择输出改变方向, 解决上述问题中的某些。注意虽然 Pan 建议在包括 1×2 、 2×2 、 $N \times N$ 和 $M \times N$ 的各种布置中, 以良好的转换性能和可付得起的费用, 是有用的和可操作的, 但是它可能经受由于温度不稳定性所引起的缺点。

希望例如对上述 Pan 专利所公开类型的光开关提供温度稳定性。现代光开关中存在的非常高精度公差能这样受到影响, 以至当开关经受高环境温度时, 使得通过开关传输的光量减小。这样的温度会存在于电信设备柜之内。这些温度引起开关之内的元件, 例如 Pan 等人的 No. 5,999,669 专利的悬臂式致动器, 膨胀并改变开关元件的方位。虽然热膨胀不能被消除, 但是希望地使其影响最小。

本发明优选地利用棱镜支持装置的直线位移, 通过相对各自光路供给棱镜的直线位移, 部分地更改 Pan 等人的美国专利 No. 5,867,617 的构思。供给直线位移减轻或减小了热膨胀对各自光路中棱镜定位的影响。热稳定性不仅由于移动是直线的事实而引起。它还由于致动器能更坚固, 并且不限于必须为相对低质量的事实而引起。在如图 1 那样的直线致动器的情况下, 致动器实际上在开关的底上滑动。在上述美国专利 No. 5,867,617 中, 致动器必须提起悬臂和棱镜的整个质量。本构思能应用于与光路垂直或基本垂直的任何直线移动。

因此, 根据本发明, 提供一种光开关, 它包括至少一个光输入组件和至少一个输出组件, 至少一个棱镜位移装置, 其上支持至少一个棱镜, 并且可操作为在一个第一位置与一个第二位置之间移动, 第一位置对应安排在所述至少一个输入组件与至少一个输出组件之间的光路之中的至少一个棱镜, 而第二位置对应至少一个棱镜, 安排在光路之外, 其中棱镜位移装置是在第一与第二位置之间移动的直线可移动装置。

优选地但不是必须遵循的, 位移装置安装为在与各自光路一般垂直的方向移动。

附图更详细地说明本发明。

图 1 用平面图示意说明根据本发明的一个实施例的 1×8 开关的结构和操作,

图 2 至图 5 用平面图说明在选择转换位置的图 1 开关,

图 6 用平面图示意说明根据本发明的另一个实施例的 1×8 开关的结构和操作,

图 7 和图 8 用平面图说明在选择转换位置的图 6 开关, 以及

图 9 用侧视图示意说明根据本发明的开关的一个两平面实施例的结构和操作。

本发明的开关设计为在使环境温度变化对开关的光性能影响最小的同时, 允许开关的内部元件的移动。

该设计应用于 $M \times N$ 开关, 其中 M 和 N 能在零到任意大数范围内变化。例如, 开关可以是 $1 \times N$ 开关、 $N \times 1$ 开关或 $M \times N$ 开关, 其中 M 和 N 大于 1。优选地, 开关可以具有如图 1 至图 9 所示的单输入和任何数输出(1 乘 N), 或通过把图 1 至图 9 中的输入和输出颠倒而获得的任何数输入和单输出(N 乘 1)。虽然没有说明, 但是容易想得到, 用本发明设计 $M \times N$ 开关(M 和 N 大于 1)。

转向图 1 至图 5, 开关 10 具有一个由纤维和透镜装置组成的单输入组件 12。输入组件把来自光导纤维的光准直成能由棱镜位移的光束 14。光束 14 是为了本发明而举例说明的光路。输入和输出组件两者例如都结合了周知的 GRIN 透镜(未说明)。可选择地, 能使用任何其他准直透镜, 例如轴向倾斜透镜或非球面透镜。多个输出组件通过把输出光束 16 耦合到输出光导纤维, 例如图 1 的纤维 1 中, 完成反转操作。转换通过棱镜 24 完成, 棱镜 24 具有一个限定倾斜角平行四边形或长菱形的截面, 安装在与开关之内的准直光束的通路 14 的方向垂直定向的条 20 上。这些棱镜组合地移到光束的通路中, 以通过多个棱镜把光束引向输出组件, 如美国专利 No. 5,867,617 所述那样类似, 其说明书这里参考引入。

条 20 可以如图 1 箭头所示纵向地, 或如图 9 箭头所示横向地例如

垂直地移动(位移)。在任何一种情况下,位移是直线的而不是有角度的。直线性能通过周知的机械装置,例如导向器(未说明)来完成。当位移时,应该使用已知的闭锁装置,例如磁性装置(这里没有说明),使条锁定就位。

棱镜 14 移到如希望那样选择的光路 14 中。能使用各种已知类型的致动器 21 来实现。在说明的实施例中,设置电子逻辑装置 22,以解释特定通道的指令,并且把适当条 20 移到引导准直光束的位置。开关之内的电子传感器(图中未示出)感受条的位置,并且通过适当逻辑提供反馈。

开关的条优选地仅占有两个位置,使各自棱镜或阻断光束,或不阻断光束。光束沿开关中的平行预定光路传播。棱镜的作用是把光从一个通路引到相邻通路,为此,选择平行四边形的角度,以便使截面畸变最小,并且避免光谱效应。优选地,图 1 至图 5 中的棱镜安排有与入射光束(光路)垂直的平行四边形的纵轴(这里称为“光轴”)25。条 20 直线地而不是如上述 No. 5,867,617 专利中那样有角度地移动。优选地,但不是必要地,条还可以在与各自光路垂直的方向操作,或更一般地,可以相对光路以能够实现棱镜的恒定角位置的方式移动。虽然在图 1 至图 5 中表示棱镜 24 的纵向光轴 25 一般垂直于光路,但这不是必需的。条既不必须与光束垂直地移动,棱镜也不必须如说明那样安排为使它们的轴与光路垂直定位。然而,重要的是棱镜安排为使光束经历双内部反射(图 1 至图 5)或双折射(图 6 至图 8),并且与选择的输出组件耦合。

在图 1 至图 8 说明的实施例中,开关以 $1 \times N$ 布置操作。离输入透镜组件 12 最近的条具有单棱镜 24,当布置在准直光束 14 的通路中时,它把准直光束引向与第一通路平行的新通路。所有其他条各支持两个棱镜定位,以便当条移动时,棱镜阻断离输入较近的先前的条的光束。通过使用组合棱镜,光束能引到任何 $2 \times M$ 输出,其中 M 表示条数。

现在转向图 6 至图 8,棱镜 24' 为矩形截面,并且安排为使来自输入组件 12 的光进入选择棱镜,并且通过双折射退出。位移条 20 分别

在光路之中和之外的两个位置之间，优选地沿垂直于光路的方向移动棱镜，同时棱镜有角度地安排，以适应通过其中的光信号的最佳通路。棱镜 24' 的长度和它们的折射率决定棱镜的定位，以便为了转换目的而适当地位移光束。在图 6 至图 8 说明的例子中，在输入组件 12 与输出组件 1 至 8 中的一个之间选择光路。当然，布置能颠倒。

将会注意到，通过颠倒所说明的系统的边(左和右)，所说明的开关能操作为 $N \times 1$ 布置。在 $N \times 1$ 模式下，来自选择输入纤维的光被一个或多个棱镜阻断，并且接连地被引到中心光束通路，在那里它聚焦到输出透镜组件。

通过对条中之一添加一个不透明元件 26(图 1)，开关能用来完全地阻断光。

将会注意到，在图 1 至图 8 中，棱镜安排为使它们的光轴 25 限定一个单平面(绘图平面)，它还与输入和输出组件 12、1-8 的平面共同扩张。

通过插入一个例如离输入最近的条，它使用一个棱镜，以把光束的平面移到较高水平面，则能使开关的容量进一步扩展(图 9)。特别地，安排一个水平面控制棱镜 28，以便使其输出 30 相对图 1 至图 8 绘图平面所表示的开关的基本光平面，限定一个不同的平面。如所能看见，图 9 表示 $1 \times 2N$ 布置，其中 N 是下水平面 34 或上水平面 32 之内设置的输出通道数。相同原则能用于创建 $1 \times LN$ 开关，其中 L 是水平面数。

应该注意，图 9 是本发明的开关的侧视图，而图 1 至图 8 表示顶视图。

图 9 的布置允许光或通过棱镜 28 传播到上平面中的输出透镜组件的上行 32，或当棱镜 28 在光通路之外时，传播到下基本平面上的输出组件的下行 34。

在如所附权利要求所限定的本发明的范围和精神之内，可想象得到本发明的无数实施例。

说明书附图

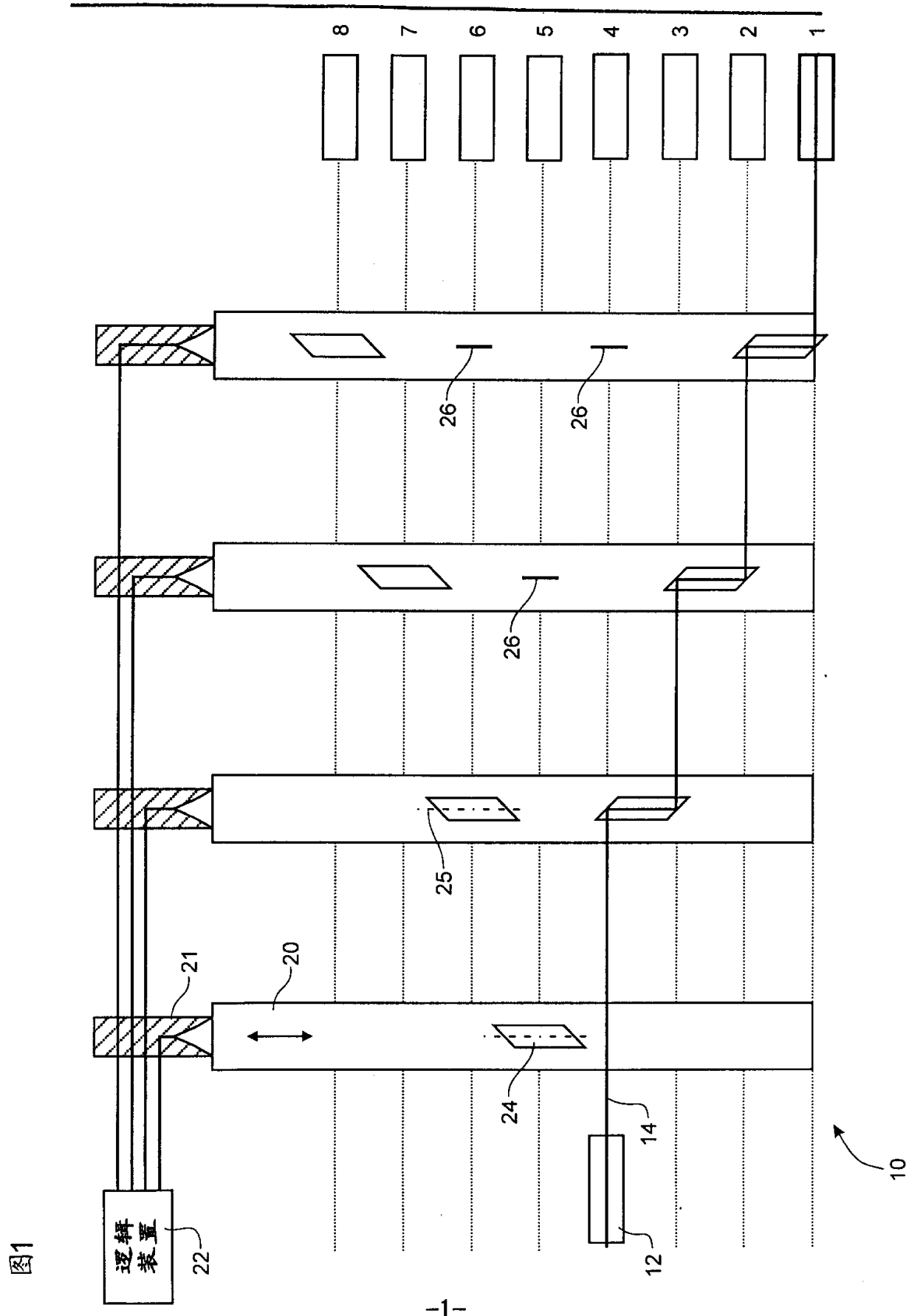


图2

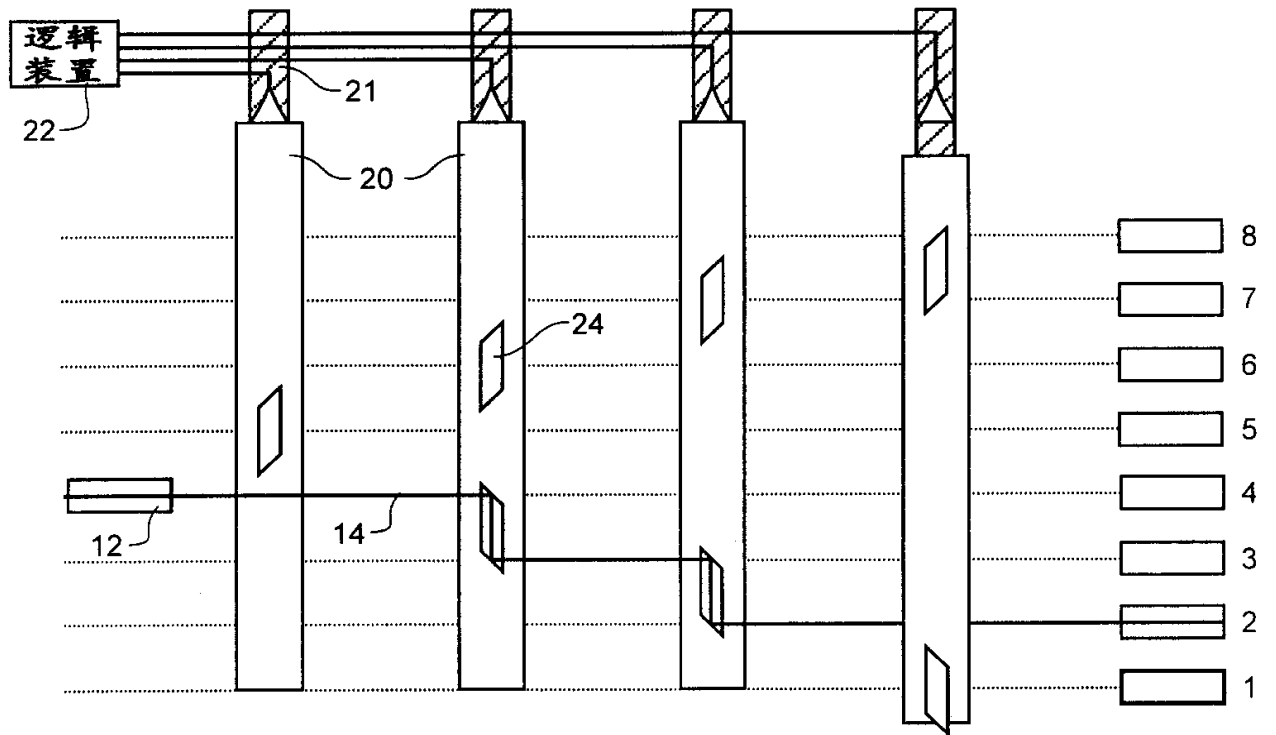


图3

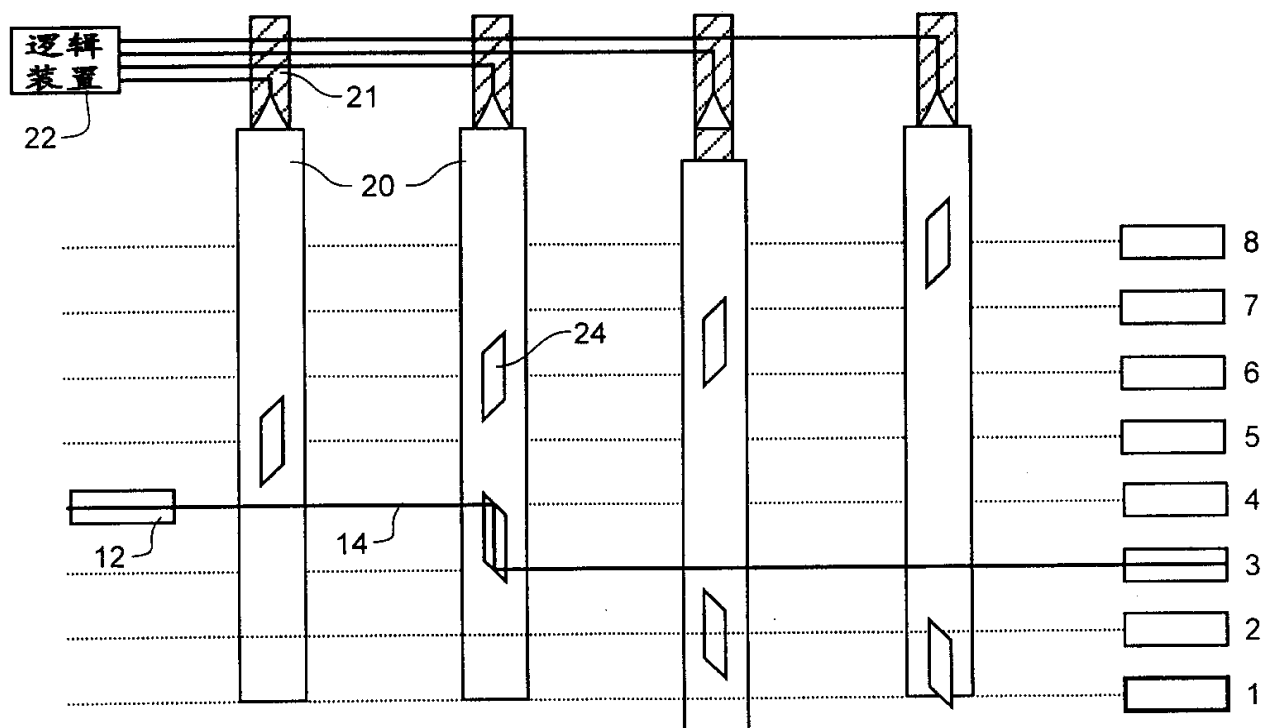


图4

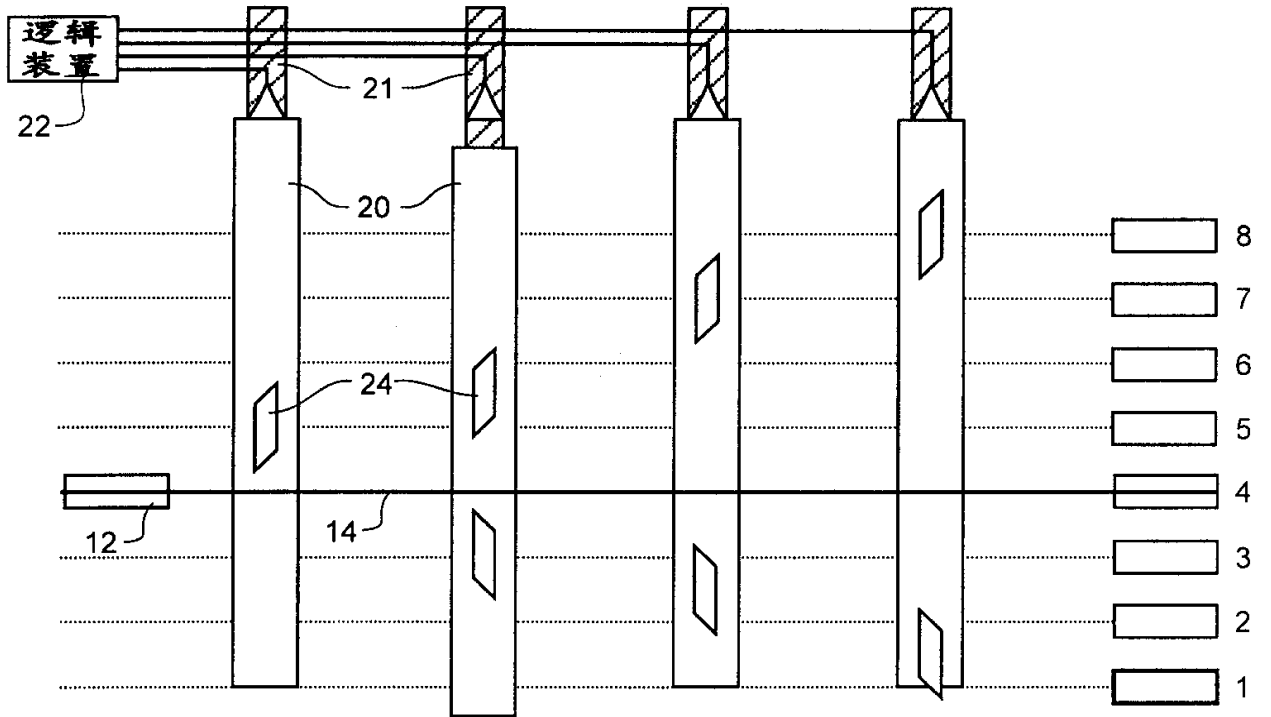
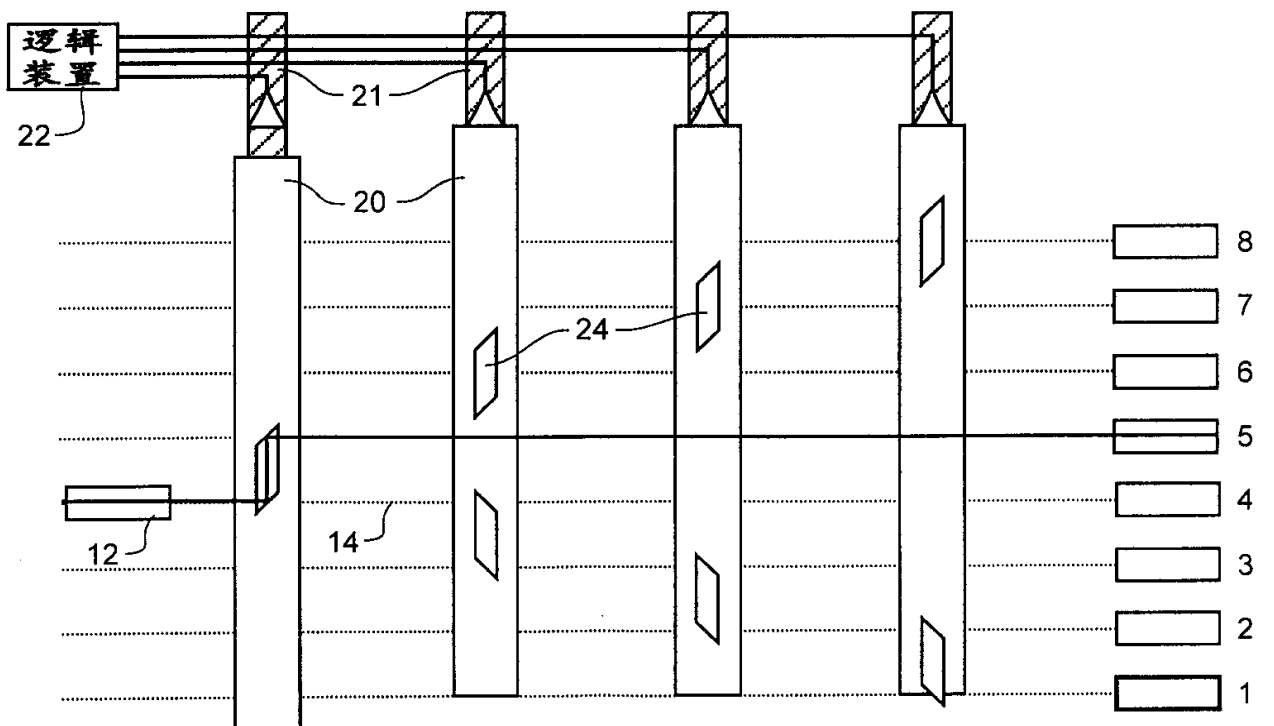


图5



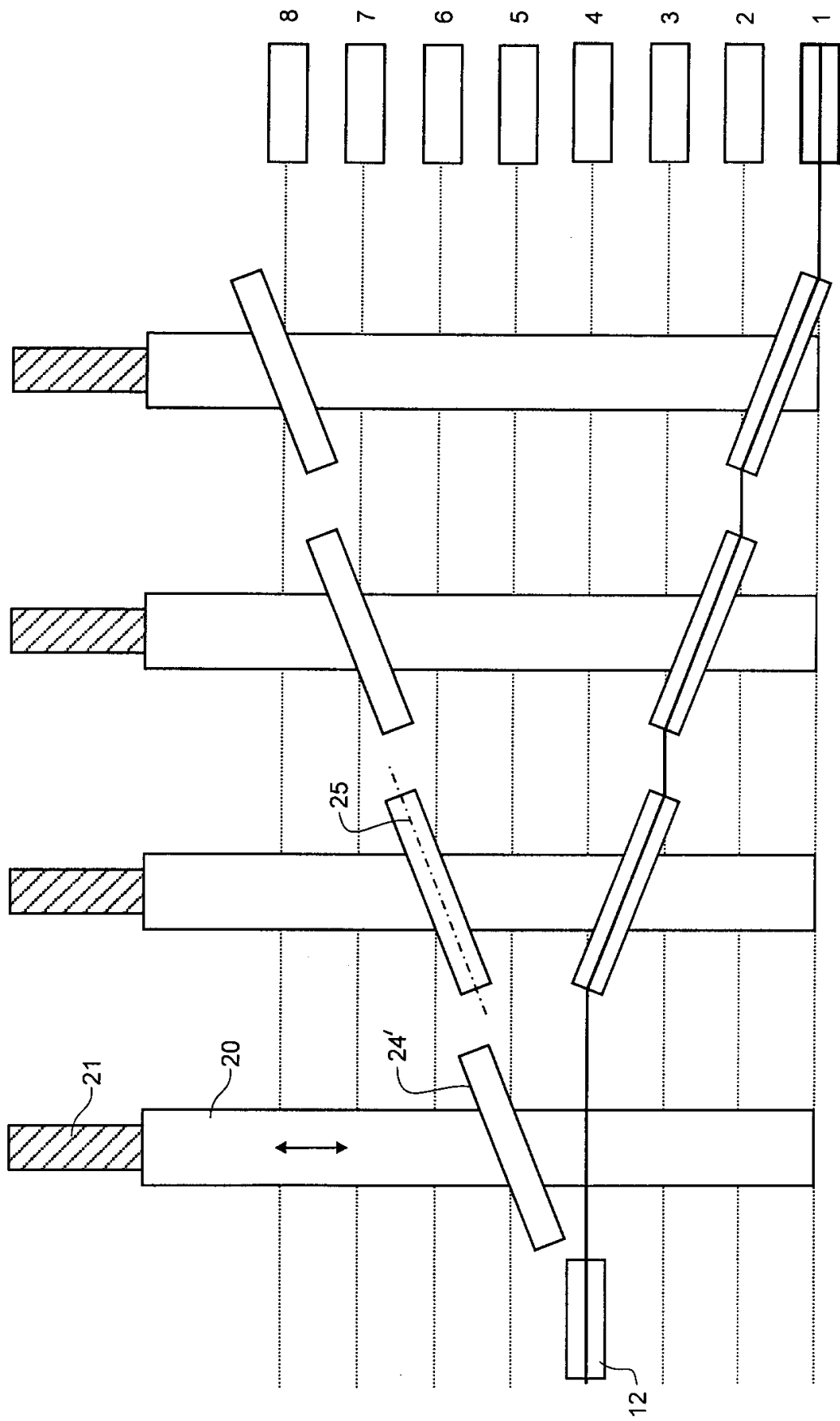


图6

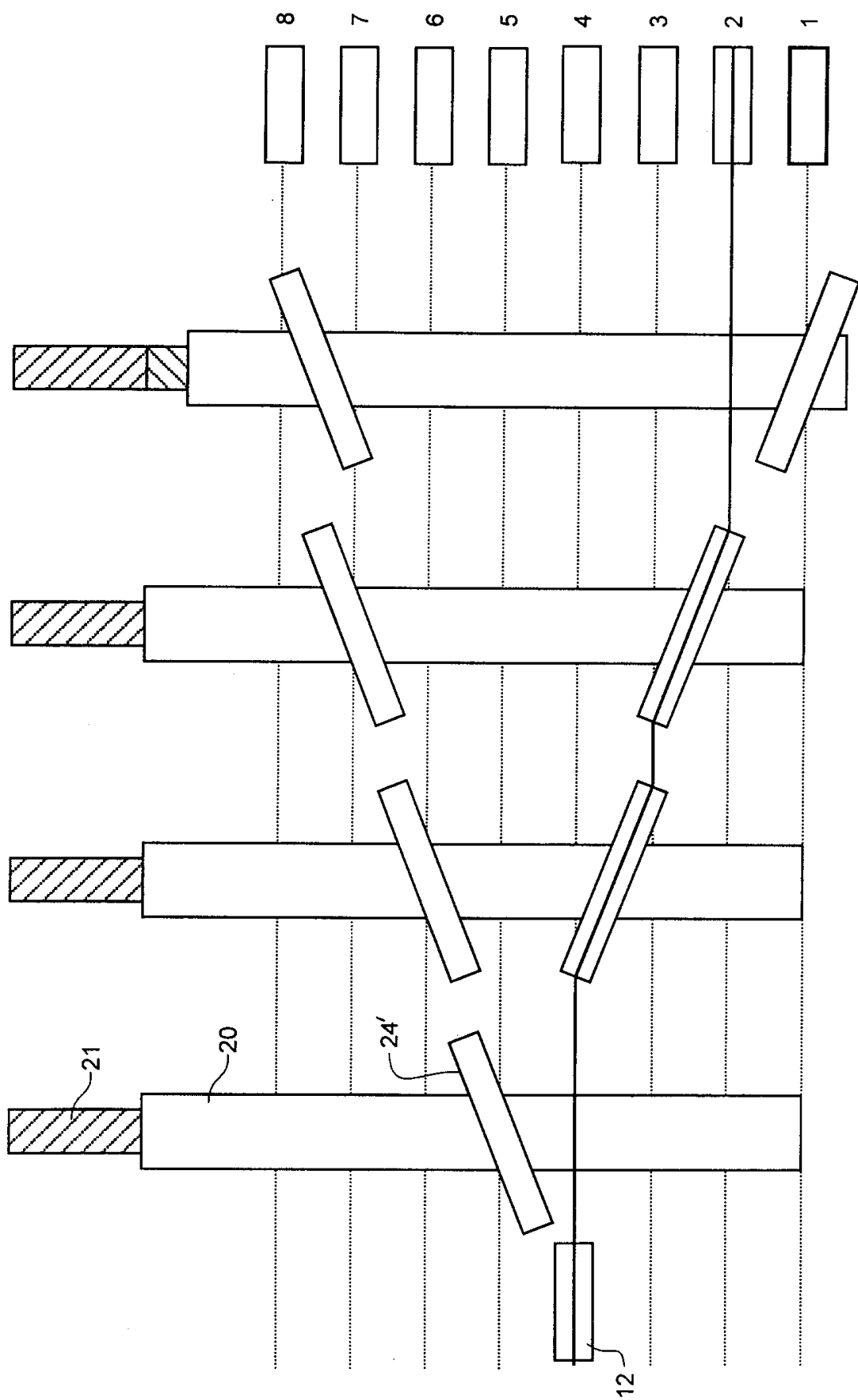


图7

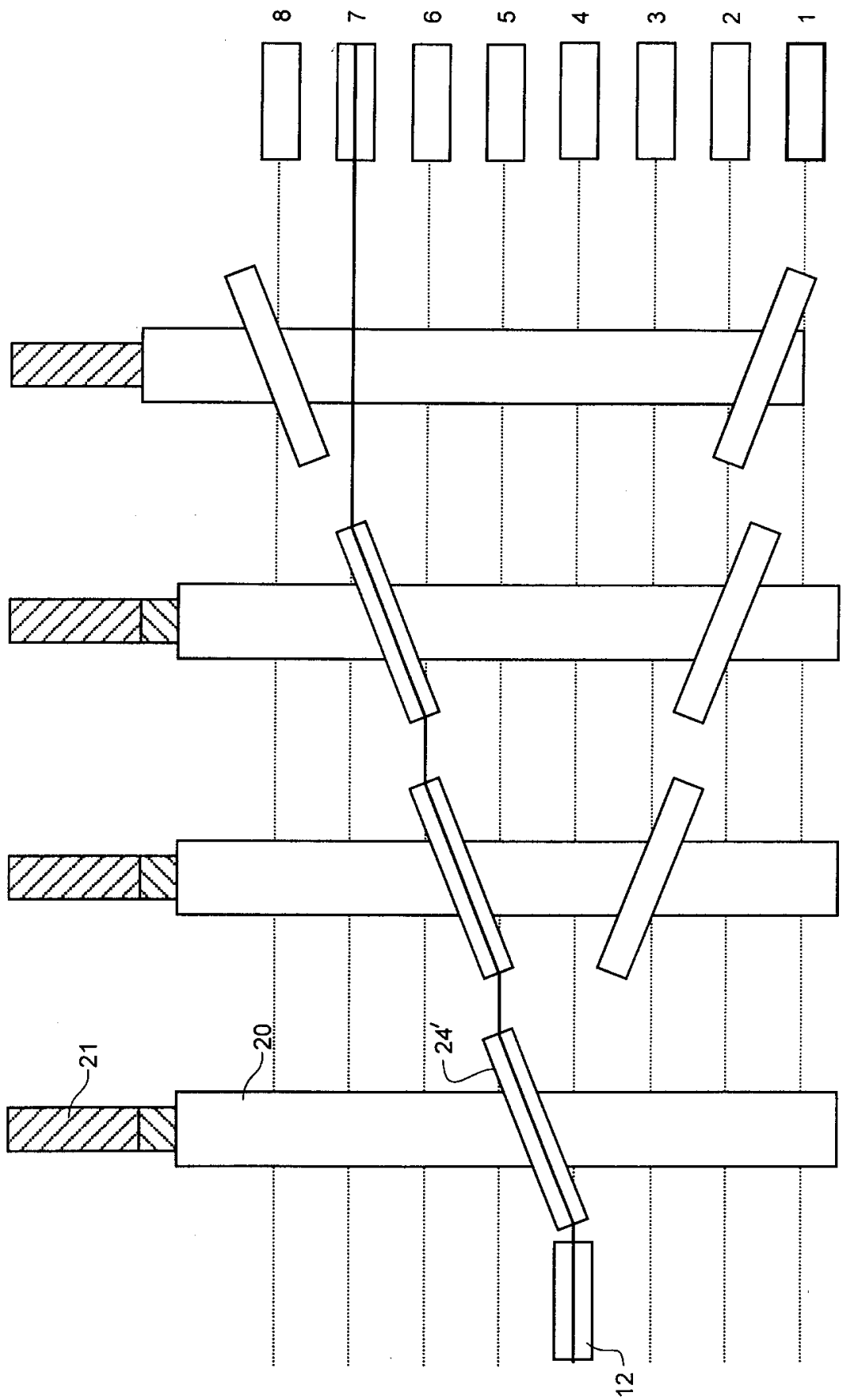


图8

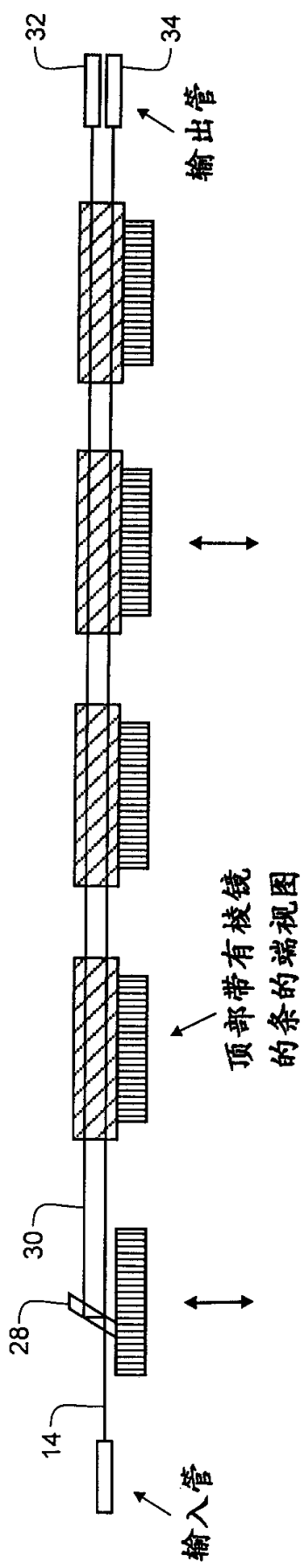


图9