



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 91100536.6

[51]Int.Cl⁵

H04B 10/12

[45]授权公告日 1994 年 8 月 10 日

[24]颁证日 94.4.1

[21]申请号 91100536.6

[22]申请日 91.1.30

[30]优先权

[32]90.1.30 [33]IT[31]19186A / 90

[73]专利权人 皮雷利·卡维有限公司

地址 意大利米兰

[72]发明人 乔乔·格拉索 马里奥·塔姆布雷罗

[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 邹光新

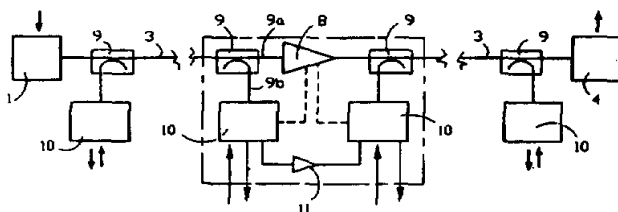
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 具有单独服务信道的光纤电信线路

[57]摘要

本发明涉及一种光纤传输线路，它包括向线路光纤（3）中注入和从中提取服务信号的装置，所述装置包括服务信号的发送和/或接收单元（10），它可用来从光纤（3）接收或向其发送光服务信号。服务信号的波长与通信信号的波长显著不同，每个单元（10）与沿线路插入的光耦合器（9）相联，耦合器可耦合在线路光纤内和/或从中提取光服务信号。



权利要求书

1.一种光纤传输线路,包括至少一个通信信号的发送站(1)和一个接收站(4),和至少一个光放大器(6、8),其特征在于:它包括用于向线路的光纤(3)中注入服务信号的装置(9、10)和从中提取光服务信号的装置(9、10),其中所述装置包括至少一个光服务信号的发送和/或接收单元(10),该单元可从光线路接收服务信号或向其发送服务信号,服务信号是由从该单元电气地供给的或取自该单元的通信或控制信号构成的并且采用波长与通信信号波长显著不同的光信号形式,其中所述单元10与一个沿线路插入的一个相应的光耦合器(9)相联,光耦合器耦合在线路光纤(3)内和/或从该光纤中提取光服务信号,并且光放大器(6、8)或每个光放大器与至少一个用来注入和提取光服务信号的装置(9、10)相联。

2.根据权利要求1的光纤传输线路,其特征在于:光放大器(6、8)或每个光放大器是与一个用于注入服务信号的装置(9、10)和与一个用以提取服务信号的装置(9、10)相联的,上述装置可将服务信号本身沿一条外部通路转接到放大器(8)。

3.如权利要求1所述的光纤传输线路,其特征在于:服务信号的波长基本上等于或稍为不同于与该波长有关的光纤的光衰减曲线的最小值处对应的波长。

4.根据权利要求1的光纤传输线路,其特征在于:所述的电信信号的波长范围大致在1500至1600nm内,而服务信号的波长范围为1200至1400nm,而且所述的服务信号以大致低于300千比特/秒的速率进行传送。

5.根据权利要求1的光纤传输线,其特征在于:光耦合器(9)是由双向光纤耦合器构成的。

6.根据权利要求2的光纤传输线路,其特征在于:线路光放大器(6、8)或放大器是由一段掺杂以荧光物质的有源光纤(12)和由用以把由各泵激光器(13)产生的波长不同于远程通信波长的激光的泵能量引入到该有源光纤(12)内的装置构成的,在每个放大器处至少配有一个服务信号的接收单元(10)和一个服务信号发送单元(10),及有一个在传送服务信号的方向上,沿线

路光纤(3)插入的,分别位于光放大器(8)的上游和下游的相应的光耦合器(9)。

7.根据权利要求6的光纤传输线路,其特征在于:接收和发送单元(10)是电气地与插入在其间的电子放大装置(11)连接在一起的,所述单元用于从线路(3)接收服务信号,并将其转换成电信号并进行电子放大,以及用于再将其转换成波长为服务波长的光信号并沿线路进行传送。

8.根据权利要求6的光纤传输线路,其特征在于:服务信号的接收和发送装置(10)包括由服务信号驱动的、用于控制和命令放大器的泵激光器或激光器(13)的装置。

9.根据权利要求6的光纤传输线路,其特征在于:用于将激光泵能量注入到至少一个光放大器的一段有源光纤和在放大器本身处服务信号的光耦合器是由单个三波长光耦合器(15)构成的。

本发明涉及一种光纤电信线路,它配有用来进行服务通信的独立信道。

用来进行电信传输的传输线,除了配有在用户处理处的供通信信号使用的信道以外,通常也还配有适用于进行服务通信传输的独立信道。

这种服务信号可具有不同的类型,例如可以是诸如用于沿传输线路配置的放大器或转发器那种设备的或用于在传输线上工作的维修人员和线路的中间站或终端站之间进行通信的控制或命令信号。

在以一定间隔配置有用于放大所传输的信号的转发器的光纤通信线中,可以把一个以上的通信信道用于服务信号,这些用于服务信号的信道可提供每个转发器发送或接收服务信号,光信号在转发器中被检测后转换成电信号,并经电子放大后再以光的形式将其送到目的地站。

在这样转发器中,一个转换成电信号形式的服务信号可以被容易地接收以用于所需目的,并且可用类似的方法,将该信号以电信号的形式注入到转发器并与其它经过放大的信号一起转换成光信号后沿传输线发送出去。

然而,近来业已证明,采用无须将光信号转换成电信号而直接可放大光信号的光放大器的光纤电信线路比采用上述电子型的转发器的光纤通信线路更为方便。

在这种光纤电信线路中,不能用现有的电子设备将信号注入到用以传输该信号的光纤或从该光纤中获取信号,这是因为这些信号既使在放大器中也只能以光的形式才可供利用。

因此提出了向配有光放大器的光通信线路注入或从中提取光形式的服务信号的问题。

现有一种叫作光耦合器的器件,它适用于向一条光纤中注射或从中提取波长不同于其它信号波长的信号。该光耦合器通过原来的信号,但是为了使这种耦合器能正确地工作,要求它们在提取的信号与原来的信号之间有良好的隔离和使信号本身的衰减减少,则这种器件必须要求能工作在显著不同的波长上。但是光通信又要求在光纤具有较好的传输特性的相当狭窄的波长范围内进行。

因此,本发明的目的是要提供一种无须将传输的信号转换成电的形式就能向其注入和以其提取服务信号的光纤传输线路。

为此目的本发明的光纤传输线路至少包括一个电信信号发送站和接收站,并至少包括一个光放大器,其特征在于:它包括向线路光纤注入服务信号的装置和从该光纤提取服务信号的装置,其中所述的装置至少包括一个光服务信号发送和/或接收单元用以从光传输线接收和/或向其发送服务信号,该服务信号由上述单元本身电气地提供的或从该单元取得的光形式的通信或控制信号构成,其波长与通信信号的波长显著不同,其中所述的单元与相应的插入在沿线中的光耦合器相关联,以用来在线路光纤内耦合服务信号或从该光纤中提取服务信号,同时将一个光放大器或各光放大器至少与一个光服务信号注入或提取装置相联接。

最好,将光纤放大器或各光放器与一个光信号注入装置和一个光信号提取装置相联结。

服务信号的波长基本上等于或稍为不同于光衰减曲线衰减最小处的波长。

这种电信信号的波长适宜的范围大体上为1500至1600nm,而服务信号的波长范围为1200至1400nm,并以大致低于300千比特/秒的速率进行传输。

光耦合器最好采用双向光纤耦合器。

说得具体一点,在这种最佳实施例中,线路光放大器或放大器的构成包括几段有源光纤,该有源光纤掺杂有荧光物质,及包括用来向几段有源光纤

注入由各个泵激光器产生的、其波长不同于电信波长的激光泵浦能量的装置,在一个服务光信号接收单元和一个服务信号发送单元间至少配有一个放大器,并在沿线路光纤从光放大器的上游到下游在发送服务信号的方向上分别插入相应的光耦合器。

上述接收和发送单元与插入在其间电子放大装置电气地连接起来,所述单元可从传输线接收光服务信号并将这些信号转换成电信号后进行电子放大,以及可分别接收放大后的信号并将其转换成服务信号波长的光信号后沿传输线发送出去;服务信号的接收和发送单元包括由服务信号驱动的用于控制和命令放大器的泵浦激光器或激光器的装置。

在本发明的实施例中,用来将发光泵能量注入到至少一个光放大器的光纤段的装置和在放大器本身的服务信号的光耦合器是由一个三波长光耦合构成。

从下面结合附图对本发明的描述将会对本发明有更详细的了解。

图1示出了带有线路放大器的一条光纤电信线路的示意图;

图2示出了配有用于服务通信的输入和输出端的带线路放大器的一条光纤电信线路;

图3示出了本发明的光纤电信线路的光放大器示意图,其中电信线路配有服务信道的输入输出端;

图4示出了一个本发明的具体实施例中的配有用于服务信道的输入和输出端的电信线路的光放大器的示意图;

图5示出了在硅光纤中的相对于注入光波长的光的衰减曲线。

如图1所示,一条光纤电信线通常包括一个用来发送光信号的站1,站1接收通常是电信号形式的待传送的信号2,并以光的形式发送信号并将其注入到构成通信线路的光纤3。

在离发送站1相隔甚至在几百公里之外的光纤3的相对端设有接收站4,它可接收沿光纤传输来的光信号并将其转换成另一种性质的信号,比如电信号,然后将这种信号5发送到此处未予示出的接收设备。

至于发送和接收站本身则是众所周知的,因此无须进一步说明。

由于光信号在沿光纤传输过程中不可避免地会

有衰减,所以沿光纤 3 设置有线路放大器 6,它可用于接收经过一定长度光纤的衰减之后的光信号并将在其恢复到原来的电平后发送出去,以使其再沿一段光纤传输到一个新的放大器或一直传输到接收站之后,其电平在到达目的地时还可被正确接收。

长途远程通信线路包括一定数目的放大器,其数目的多少则与要达到的总距离,与光纤的衰减,与放大器的增益以及与接收站要求的可接收的最小信号电平有关。

可采用任何类型的放大器 6,它一般要供给那种比如用来机动或检查其某些部件的工作的控制信号的接收和/或发送,此外,放大器 6 要能承受一些操作员用来与终端的发送或接收站或与其它线路放大器进行通信所必需的维修活动。

于是在所有这些情况下,要求在通信线路中再引入可以在任何线路放大器或终端站中可被接收的和注入的信号 7。

在线路放大器是转发器的情况下,它接收在线路上传输的光信号,并把它转换成为电信号再予以电子放大,然后再将其以光信号形式传送到下一段传输线路,而服务信号可以具有与通信信号相同的类型,并可与通信信号相识别和与其相分离,或者当所有的信号在放大器中或在终端站被转换成电信号形式时将其引入到线路中再按要求使用之。

然而如果在光纤电信线路中,适当地使用光学型放大器,此时信号以光信号形式进行放大;因而此时不可能不中断光纤上的信号用电子装置将服务信号与在同一光纤中传输的通信信号相分离。

为此,如图 2 所示的本发明中,在每个光放大器 8 的上游和下游各有一个双向光耦合器 9,它可用来在一个公共输入端接收波长不同的复用在同一条光纤上的通信信号和服务信号,并在其输出端将通信信号和服务信号以不同的波长分送到两个端出光纤 9a 和 9b,并且也可用来以一单条输出光纤发送分别注入到光纤 9a 和 9b 的通信信号和服务信号。

在发送和接收站 1 和 4 中也配置了类似的双向光耦合器。

为了能用双向光耦合完成对两个信号的隔离,要把服务信号波长选择得比通信信号的波长有明显的差别。

通信波长通常在称之为第三窗口的 1500 至

1600nm 的区域内,如图 6 所示,此时在硅玻璃光纤中的光衰减最小,正如电信所需的那样,这样可用高达几百兆比特/秒的速率传送数据,并经几十或几百公里之后来经放大还使信号维持在足以在最终接收时能被正确接收电平上。

另一方面,服务信号根据其特性则可用几百千比特/秒,具体地说,以低于 300 千比特/秒的低速率进行传送,按照本发明,这种服务信号于是以 1300nm 附近的波长发送,此波长处于称之为第二窗口的硅玻璃光纤的光衰减曲线的第二最小值处。

在下文中,1300nm 附近意指波长在上述第二窗口范围内,此处的衰减相对较低,至于其具体范围则取决于所用的传输线光纤的具体特性;对于通常生产的光纤来说,其最好的范围是从 1200 至 1400nm。

在该波长上的光衰减比在 1500—1600nm 上明显要大,对于用来接收以如上所述传输速率传送的通信信号的接收设备而言,在该波长上的光在经过在两个相邻的放大器之间的一段距离上的传输之后,到达其处的信号电平会低得难以接收,但对以较低速率(通常为 128 千比特/秒)的服务信号而言,它仍可被灵敏度甚高的接收机所接收,因此 1300nm 附近的波长对服务信号是可接受的。

这样一来,我们就可以采用诸如用微光学法熔合或制取的商用双向光耦合器,它具有优良的衰减特性并压低了成本。

每个双向光耦合器 9 用相应的携带服务信号的输出光纤 9b 与各自的连接单元 10 相连,通过它,离开耦合器的服务信号被接收并转换成相应输出的电信号,而输入的电信号则转换成服务波长的光信号并在输入端将其注入到光纤 9b 上再沿通信线路复合传输。

用这种方法,由双向光耦合器 9 从线 3 提取的波长 1300nm 的光信号被转换成一个相应的电信号,该光信号可用于规定的目的,例如用于维修服务电话通信或光放大器 8 的控制维护,如图 2 中用虚线所表示的那样,或用于其它的命令或控制;用类似的方式,可将电控制信号或服务电话通信沿线路的光纤 3 传送到其它目的地。

为使服务信号沿一条有几个光放大器的光纤能到达远离发射信号的放大器或终端站,来自与位于

光线路放大器 8 的上游的双向光耦合器 9 相连的单元 10 的输出端的电信号以一种已知的方式用一个相应的服务放大器 11 进行电子放大, 然后将其送到与在该光放大器下游的第二双向耦合器 9 相连的单元 10 的输入端, 然后将此经过适当放大的服务信号沿下段光纤一直传送到目的地站或新的光放大器。

以这种方式, 在每个线路光放大器中自动地放大服务信号, 使其能沿整个要求的范围内传输并在到达目的地时其电平能满足所需的目的。

图 3 更详细地示出了本发明的一个实施例, 其中的光放大器 8 包括一个有源光纤 12, 它有一段合适的长度, 掺杂以荧光物质, 包括一个与一个相应的双向光耦合器 14 相连的泵浦激光器 13, 它能在有源光纤内送入适合于在有源光纤内产生一受激发射, 这样便可获得所需的放大。

最好但并非必需的, 再近有源光纤的另一端镜向配置一个第二泵浦激光器 13' 及一个相应的双向光耦合器 14', 以增强在有源光纤内的泵浦功率, 和/或作为第一泵浦激光 13 发生故障时的有源光纤的加泵装置。

应该指出的是, 引入第二泵浦激光器 13' 和光耦合器 14' 对本发明的沿光线路传输服务信号的目的而言总是无害的。

如图 2 所示, 放大器 8 被置于前面, 其后有一双向光耦合器 9 与其各自的服务信号接收/发送单元 10 相连。激光器 13 和 13' 如图 1 虚线所示与单元 10 相连, 这样, 单元 10 便可接收或发送支配其工作的控制类似信号。

图 4 示出了本发明的一个具体的实施例, 它有两个泵浦激光器 13 和 13', 每个激光器与一个接收或发送单元 10 一起与一个三波长光耦合器 15 相连, 这样, 由该泵浦激光器把相应的激光能量送向活性光纤 12, 同时由接收和发送单元 10 接收从光纤 3 分离出来的在其到达有源光纤前的服务信号, 和/或在到达有源光纤之后将服务信号注入到光纤 3。

现继续说明图 4, 图中用 Sc、Ss 和 Sp 分别表示通信信号, 服务信号和泵浦信号, 用箭头表示它们的流向。每个双向光耦合器 15 是以这样的结构, 可允许由线路光纤 3 携带的、送到耦合器输入连结端 16 的、波长为通信波长 (1500—1600nm)

的通信信号未加改变地传送到其输出连结端 17, 放大器的有源光纤 12 与输出连结端 17 相连; 出现在输入连结端 16 的波长为服务波长 (1300nm) 的服务信号被送至耦合器的输出连结端 18, 单元 10 与该连接器 18 相连 (反之亦然, 由单元 10 发送的、作为连结端 18 的输入信号的信号可沿同一光路径被发送到连结端 16 作为其输出信号); 波长为泵波长的泵浦信号 Sp 由泵浦激光器 13 或 13' 被发送到连结端 19 作为其输入信号, 并作为一个输出信号送至连结端 17。由例如熔合光纤型构成的具有所述特性的三波长光耦合器是人们已知的, 当要耦合的波长彼此适当间开时, 例如当通信信号波长为 1550nm 左右, 服务信号波长为 1300nm 左右, 有源放大光纤是掺杂以氧化铒, 而泵波长为 980 或 530nm 时, 制取工作于以上情形时的三波长光耦合器是容易而廉价的。

采用这种构造的光耦合器其优点是明显的, 即可用同一部件, 兼而完成在放大光纤中发送泵浦能量和在线路光纤中提取或发送服务信号, 并简化放大器的结构, 和减少在光纤和耦合器之间的连结数从而减少了传输信号的衰减。

在不需要使用第二泵浦激光器 13' 的情况时, 则其中已与该激光器连接的一个三波长光耦合器 15 可用一个只用来连接服务接收和发送单元 10 的前述的双向光耦合器 9 替代它。

虽然向光纤注入和从中提取服务信号如前所述通常是在线路的终端站和在线路放大器中进行的, 但是, 也可以在光纤线路的任何其它所要求的位置上引入双向光耦合器和服务信号接收发送站。

出于线路的具体要求或出于耦合器的制取, 服务信号波长也可不采用如前所述的 1300nm 左右的波长, 只要相应于所送定的波长的信号的衰减电平是可接受的即可。

此外, 根据本发明, 如果光纤具有特殊的传输特性不是在如前面定义的在 1300nm 左右波长上, 则服务信号也可采用不同波长或不同范围的波长, 只要此波长相应于一个相对的最小衰减值, 即只要相应传输到接收设备的功率电平能满足该接收设备的灵敏度, 但同时要保证此服务波长与发送波长间开得足够大以便可以制取相应的光耦合器。

在本发明中, 我们规定线路终点站是线路本身的两个点, 在该两点之间只以光形式传输由上述描

述类型的光放大器作了必要放大的信号。

在不离开本发明的一般特征的范围内人们还可引入许多变更和修改。

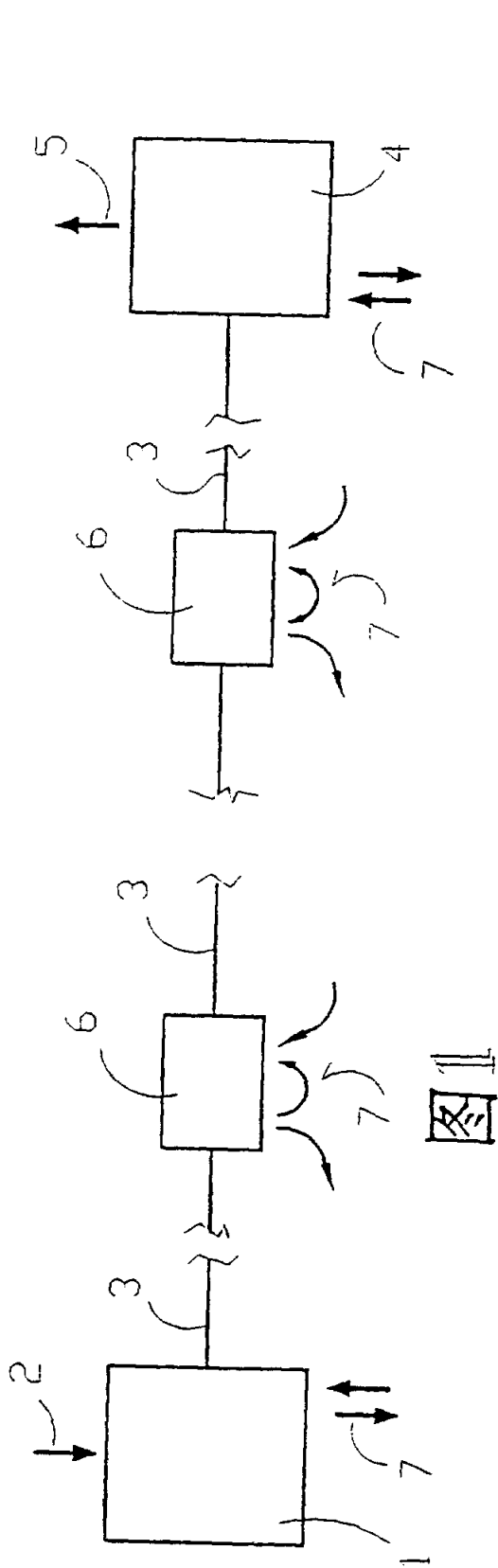


图1

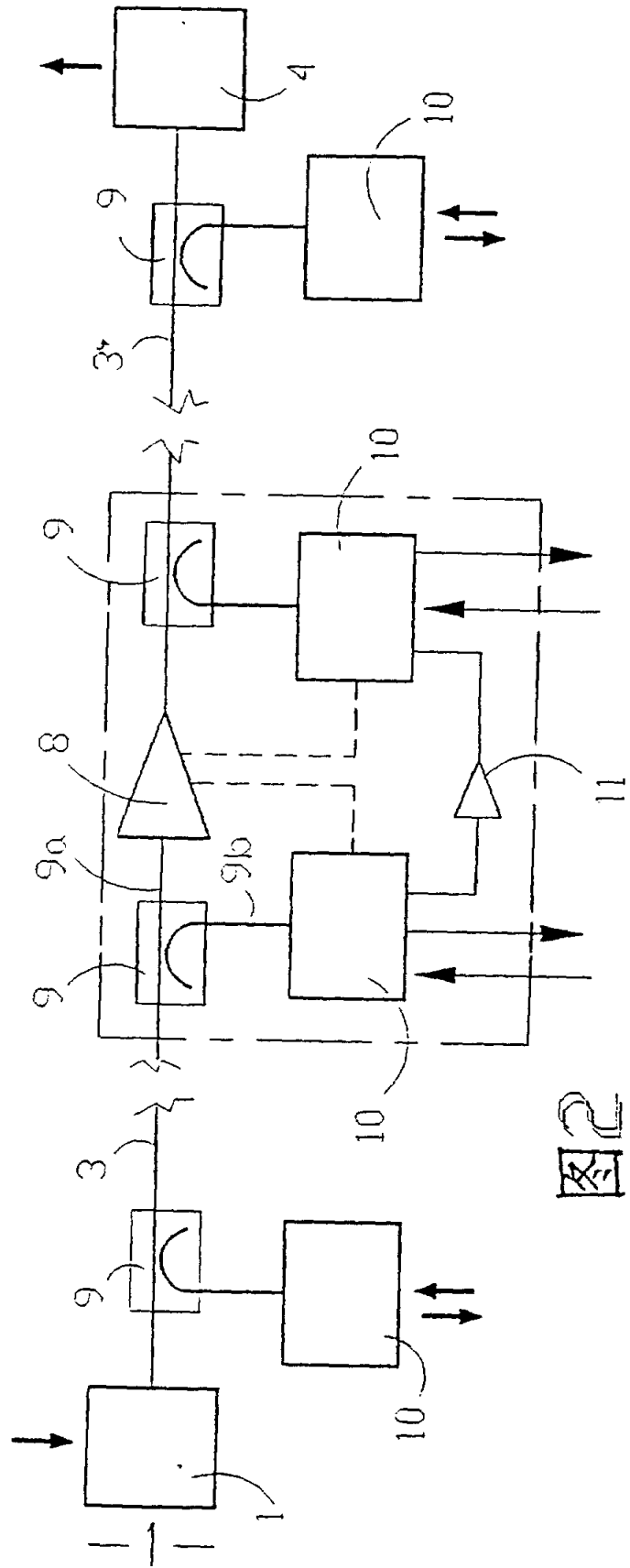


图2

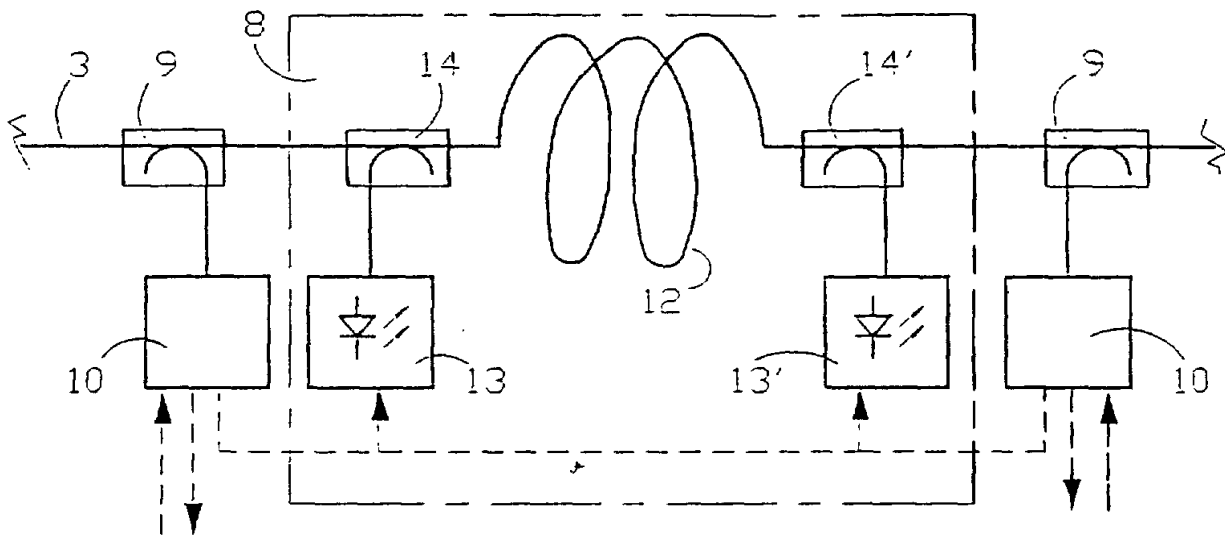


图3

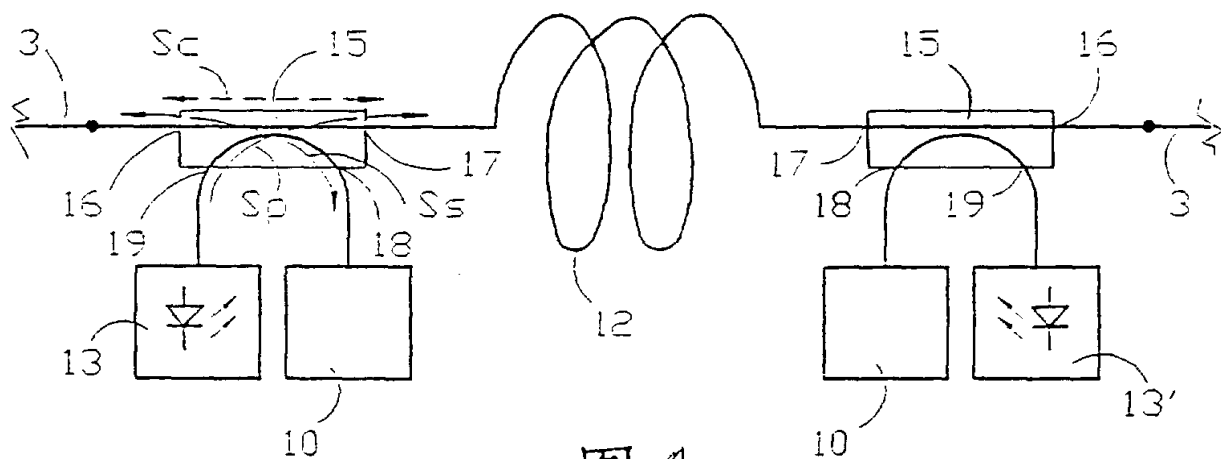


图4

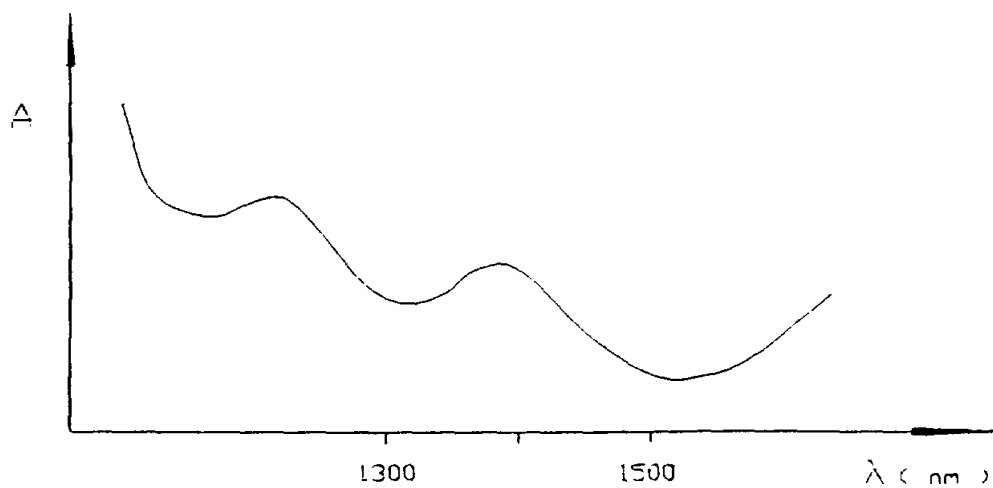


图5