

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03G 3/30

H04B 10/152



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99810117.6

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1158756C

[22] 申请日 1999.3.30 [21] 申请号 99810117.6

[30] 优先权

[32] 1998.8.26 [33] DE [31] 19838788.1

[86] 国际申请 PCT/DE1999/000963 1999.3.30

[87] 国际公布 WO2000/013313 德 2000.3.9

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.26

[71] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 P·克鲁姆里希 C·-J·维斯克

M·施雷布勒纳 W·马德尔

审查员 袁丽颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

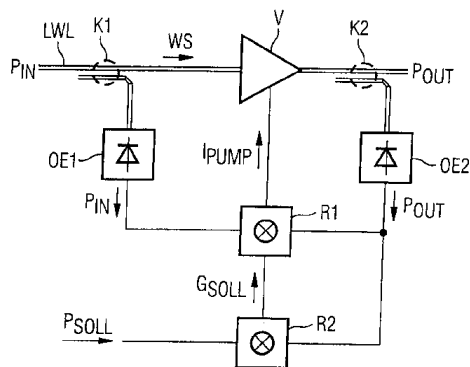
代理人 郑立柱 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称 光学放大器和光学传输路段

[57] 摘要

用于波长复用信号传输的调节光学放大器各自有第一个调节装置(OE1, OE2, R1)用于调节增益和有具有非常缓慢调节性能的第二个重要的调节装置(OE2, R2, R1)用于对应于输入的名义值(P_{OUT})调节输出电平(P_{OUT})。在用这些放大器装备的传输路段上不仅可以调节快速电平变化而且也可以调节传输路段缓慢的衰减变化。



ISSN 1008-4274

1. 一种调节的光学放大器 (V, V1, ...), 特别是波长复用信号传输的调节的光学放大器, 具有一个用于调节增益的第一调节装置 (V、OE1、
5 OE2、R1), 输出电平 (P_{OUT}) 的和输入电平 (P_{IN}) 的测量值 (P_{OUT} 、 P_{IN}) 被相互比较并且放大经由一个调节器 (R1) 被调节, 其特征在于,

规定有一个具有基本上缓慢调节性能的用于根据输入的指令参数 (P_{SOLL}) 调节输出功率 (P_{OUT}) 的重要的第二调节装置 (V、OE、R2、R1), 该第二调节装置具有一个第二调节器 (R2), 指令参数 (P_{SOLL}) 和输出电
10 平 (P_{OUT}) 的测量值 (P_{OUT}) 被输往该第二调节器 (R2) 并且该第二调节器 (R2) 确定放大器 (V、V1) 的输出功率 (P_{OUT})。

2. 按照权利要求 1 所述的调节的光学放大器 (V, V1, ...), 其特征在于,

第一调节装置包括一个光学放大器 (PL, PK, VFA)、一个连接在
15 其输出端上的第二光电转换器 (OE2) 和一个第一比较器 (COM1), 一个相当于输入电平 (P_{IN}) 的测量信号 (P_{IN}) 经由一个第一光电转换器 (OE1) 被输往第一比较器 (COM1), 并且第二调节装置基本上是由光学放大器 (PL, PK, VFA)、连接在其输出端上的光电转换器 (OE2)、一个第二比较器 (COM2)、
20 一个连接在第一光电转换器 (OE1) 和第一比较器 (COM1) 之间的乘法器 (MU) 和第一比较器 (COM1) 构成的, 其中, 指令参数 (P_{SOLL}) 作为额定值被输往第二比较器 (COM2) 的第二输入端, 第二比较器 (COM2) 的输出信号被输往乘法器 (MU)。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的调节的光学放大器 (V, V1, ...), 其特征在于, 规定有一控制装置 (DAW、IN、MU), 用该控制装置根据一个
25 作为指令参数输入的额定值 (P_{SOLL}) 通过对放大器 (V、V1、...) 的增益的调节调节输出功率 (P_{OUT})。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的调节的光学放大器 (V, V1, ...), 其特征在于,

将调节光学放大器构成为光纤放大器 (PL, PK, VFA) 和通过调节

装置控制泵电流 (I_{PUMP})。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的调节的光学放大器 ($V, V1, \dots$)，其特征在在于，

第二调节装置 ($OE1, OE2, R2, R1; RE, DAW, MU, COM1, PL, VFA$) 有一个积分部分或者构成为积分调节器。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的调节的光学放大器 ($V, V1, \dots$)，其特征在在于，

第二调节装置有空闲时间部分。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述的调节的光学放大器 ($V, V1, \dots$)，其特征在在于，

第二调节装置 ($OE1, OE2, R2, R1; RE, DAW, IN, MU, COM1, PL, VFA$) 的时间常数是可以转换的。

8. 一种具有连接成链的多个放大器 ($V; V1, V2, \dots; VV1, VV2\dots$) 的传输路段，其中所述放大器 ($V; V1, V2, \dots; VV1, VV2\dots$) 是按照权利要求 1、2 或 3 构成的，其特征在在于，

将确定各个所希望的输出电平 (P_{OUT}) 的名义值 (P_{SOLL}) 作为指令参数输入给放大器 ($V1, V2, \dots$)。

9. 按照权利要求 8 所述的传输路段，其特征在在于，

将数字的名义值 (P_{SOLL}) 作为指令参数进行传输，数字的名义值包括工作的 WDM 信号数。

10. 按照权利要求 8 所述的传输路段，其特征在在于，

安排了接收终端 ($T2$)，接收终端不仅监控接收端的累计电平而且监控工作的 WDM 信道数和在 WDM 信道数保持不变而累计电平变化时光学放大器 ($VV1, VV2, \dots$) 的增益通过第二调节装置的指令参数 ($PSOLL$) 的变化重新被调节。

光学放大器和光学传输路段

5 技术领域

本发明涉及到调节光学放大器和使用这种调节光学放大器的光学传输路段。

背景技术

10 在光学传输网络中将光学放大器使用作为平衡光纤衰减。如果借助于调节平衡系统参数的变化，在远距离传输路段上稳定的运行才有可能。在目前使用的波长复用传输系统中将放大器的累计输出功率进行调节。在单信道系统或者具有恒定信道数的路段中通过这种调节方案将变化非常慢的系统参数进行补偿，例如由于温度波动或者老化。

15 借助于光纤（例如 EDFA）将光学 WDM 信号放大的装置叙述在“日本专利索引，JP-A-05063643”中。放大器有测量放大器之前和之后的光功率的两个光电元件。通过两个光电信号之差在确定的参考电压基础上将泵源的功率这样控制，将放大器的放大与一个确定的数值相匹配。

20 具有改进信噪距离的光学传输系统叙述在在“美国专利，US-A-5446812”文献中。将多个放大器前后连接在传输路段上和选择地通过一个检查单元或者静态或者动态地这样控制，得到的信噪距离或者 OSNR 在传输路段的输出端成为最大。

25 在“日本专利索引，JP-A-04293025”中叙述了具有前后连接放大器的传输路段。如在“美国专利，US-A-5446812”中叙述了将控制信号引入到所有放大器上用于检查增益。按照摘要一个变化的先锋信号作为参考信号用于调整放大。上述三个简要叙述的系统当不同的信道数时不可能将每个信道的功率保持恒定。

然而如果信道数在运行中变化，于是这样的累计输出功率调节改变单个的 WDM-传输信道的电平。基本上有可能避免这样的电平变化，如果求出

工作信道数和将其通知单个光学放大器的调节装置。将这个与放大器输出电平的名义值相应地匹配。然而一般来说由于不同的时间常数这种电平匹配如果不是短时间的波动是不成功的，而且对传输质量带来很大的损害。

5 另外的解决方法在于将单个放大器调节到恒定的增益（放大）。这样的放大器叙述在“电子信笺”3月26日，1991，第27卷，第7号，560-561页和“电子信笺”6月9日，1994，第30卷，第12号，962-964页中。如果将增益保持恒定，在这些电路中当工作信道数变化时抑制了余下的信道的电平波动。然而这种调节原理也不适合于作为具有多个放大器传输路段的调节方案，因为路段参数缓慢变化累计起来和因此使传输质量变坏。

10

发明内容

因此本发明的任务是，规定适合于光学传输网络的放大器。此外将传输路段构成为，即使信道数改变时单个WDM-信道的接收电平也保持恒定。

此任务是通过以下技术方案所述的调节光学放大器解决的。

15 根据本发明的一种调节的光学放大器，特别是波长复用信号传输的调节的光学放大器，具有一个用于调节增益的第一调节装置，输出电平和输出电平的测量值被相互比较并且放大经由一个调节器被调节，其特征在于，规定有一个具有基本上缓慢调节性能的用于根据输入的指令参数调节输出功率的第二调节装置，该第二调节装置具有一个第二调节器，
20 指令参数和输出电平的测量值被输往该第二调节器并且该第二调节器确定放大器的输出功率。

本发明还包括基于上述技术方案的光学放大器的有利扩展。

25 根据本发明的一种具有连接成链的多个放大器的传输路段，其中所述放大器是按照上述技术方案构成的，其特征在于，将确定各个所希望的输出电平的名义值作为指令参数输入给放大器。

本发明还包括基于上述技术方案的传输路段的有利扩展。

按照本发明的光学放大器的优点在于，增益调节是工作在具有短的时间常数的第一个调节回路中。因此工作的WDM-信道数对输出电平的作用很小。将第二个调节回路用于调节缓慢的变化。当工作信道数改变时第二个

调节回路的名义值相应的改变是通过连接在传输路段发送端的地方的或者接收方的终端（网络节点）进行的，则输出电平调节，如果有的话，只可以短时间和只可以非常小地觉察到。

5 如果在第二个调节回路上安排存储器环节，则有可能让这个调节回路只在确定的时间工作，以便改变接收电平或者当信道数改变时解除工作。

由于使用输出电平调节放大器只还需要得到关于 WDM - 信道数或者相应的名义值的信息。

用这些放大器装备的传输路段也可以调节由于老化过程引起的放大变化。

10 借助于两个实施例详细叙述本发明。

附图说明

附图表示：

- 15 附图 1 按照本发明具有输出功率调节放大器的原理接线图，
附图 2 用光纤放大器的原理接线图，
附图 3 具有多个放大器的传输路段，
附图 4 具有一个接收终端的另一传输路段。

具体实施方式

20 附图 1 表示本发明实施例的原理接线图。光学放大器 V 是用于将经过光波导线 LWL 传输的波长复用信号 MS 进行放大。在输入端安排了测量耦合器 K1，测量耦合器将信号的一部分分支。由第一个光电转换器 OE1 将分支转换为对应于输入电平（输入累计功率） P_{IN} 的电测量信号 p_{IN} ，将电测量信号输入给第一个调节器 R1。同样经过第二个测量耦合器 K2 和第二个光电转换器 OE2 得到对应于输出功率 P_{OUT} 的测量信号 p_{OUT} ，将其同样输入给第一个
25 调节器。根据（可调整的比例） P_{OUT} 与 P_{IN} 之比例如在光纤放大器上将泵电流 I_{PUMP} 进行调节，或者当半导体放大器时将控制电流进行调节。同样可以使用其他的增益调节原理，这些在所叙述的文献中已经叙述过。

除了用于很快地增益调节（简化表示的）的第一个调节装置（调节回

路) (K1, OE1, K2, OE2, R1, V) 之外安排了第二个重要的调节装置 (调节回路 K2, OE2, R2, R1, V), 这个通过将相应的测量值 p_{OUT} 与指令参数, 名义值 p_{SOLL} 进行比较, 将输出功率 (输出电平) P_{OUT} 进行调节。例如由于温度变化或者老化引起传输衰减的缓慢变化通过这个第二个调节回路进行调节。由第二个调节器 R2 输出的调节参数 G_{SOLL} 参与到第一个调节回路上确定了泵电流和因此确定了光学放大器的增益。当传输信道数改变时增益不应该变化。则电平调节不允许立即起作用, 这通常通过第二个调节回路相对于第一个调节回路很多比较大的时间常数可以达到。

附图 2 表示了具有光纤放大器 VFA 的放大器装置的细节, 其增益是由被控制的泵激光器 PL 产生的泵电流 I_{PUMP} 确定的, 将泵电流经过泵耦合器 PK 进行耦合。第一个调节器 R1 可以包括衰减环节 DG, 衰减环节是与第二个光电转换器 OE2 连接的和包括第一个比较器 COM1。如果人们不考虑第二个调节回路, 则用衰减环节可以调整增益。用于“通过改变增益进行输出电平调节”的可能性是通过指令参数 P_{SOLL} 直接改变衰减环节 DG。

在实施例中在第二个调节装置 (在第二个调节回路) K2、OE2、COM2、MU、IN、COM1、PL、PK、VFA 上, 如基本上已经叙述过的, 在第二个比较器 COM2 上将输出功率与指令参数 P_{SOLL} 进行比较。比较结果经过复用器 MU 改变第一个比较器 COM1 的输入信号和这样控制泵电流和因此控制了光纤放大器 VFA 的增益。可以放弃衰减环节, 因为第二个调节回路经过复用器确定了增益。

如已经叙述过的, 在第二个调节回路中的时间常数应该足够大, 以便当信道数改变的情况下通过外部执行的指令参数的改变使其影响中性化。存储器环节 SH 同样可以对此有帮助。将这个也可以连接在积分器和复用器之间。在高数据率为兆比特/秒范围时对于第一个调节回路作为时间参数从大约 1 微秒至 1 毫秒是足够了和对于第二个调节装置范围为大约 0.1 秒至几秒和分至小时是适合的。对于不同的运行状态时间常数也是可以转换的。

这样对于验收可以选择小的时间常数, 例如 100 微秒, 当信道数改变时时间常数为 1 秒和当需要进行电平变化时时间常数为几秒是适合的。

对于第二个调节器提供了积分性能或者至少一个积分部分，这还可以由空闲时间进行补充。将第二个比较器和积分器可以综合在一个电路装置中。

具有有关调节回路的放大器电路自然可以用每个任意的的方法构成。

5 附图 3 表示了具有多个光学放大器 VT、V1 至 Vn 的传输路段。在发送终端 T1 上将在具有后置的波长复用器 WDM 的发送装置 TR 上产生的波长复用信号 MS 在光学放大器 VT 上放大和馈入路段。这样调整放大器，使放大器各自提供对应于各个路段的输出电平的条件，输出电平通过第二个调节回路当本身缓慢变化的传输特性时也保持不变。

10 如果 WDM 信道数改变，则将输出电平首先在每个信道上通过第一个调节回路继续保持恒定。由于缓慢的时间常数/空闲时间输出电平调节首先不会介入调节过程。因为同时经过监控信道 OCH 由终端将指令参数的变化通知放大器，指令参数用于调整新的输出电平，实际上通过第二个调节回路不会产生影响。因此分配给每个放大器的单独的信道数的监控相反还很复杂。

15

还应补充的是，经过监控信道也可以单独地调整输出功率。

20 附图 4 表示了具有光学放大器 VV1 至 VVn 的其他的传输路段，在其中有益地可以使用这种放大器类型。接收端的终端 T2 除了包括放大器 VVn 和解波长复用器 WDD 之外还包括接收装置 RE，接收装置求出累计电平和工作的 WDM 信道数。从接收侧的终端 T2 开始经过传输信道 OCH 将信道数或者相应的名义值通知放大器而且当系统决定的接收电平缓慢变化时也可以确定，单个放大器的增益如何变化。因此第二个“调节回路”始终是经过接收终端构成的。通过相应执行的调节器可以直接确定输出电平或者与前置电平相关地改变输出电平。

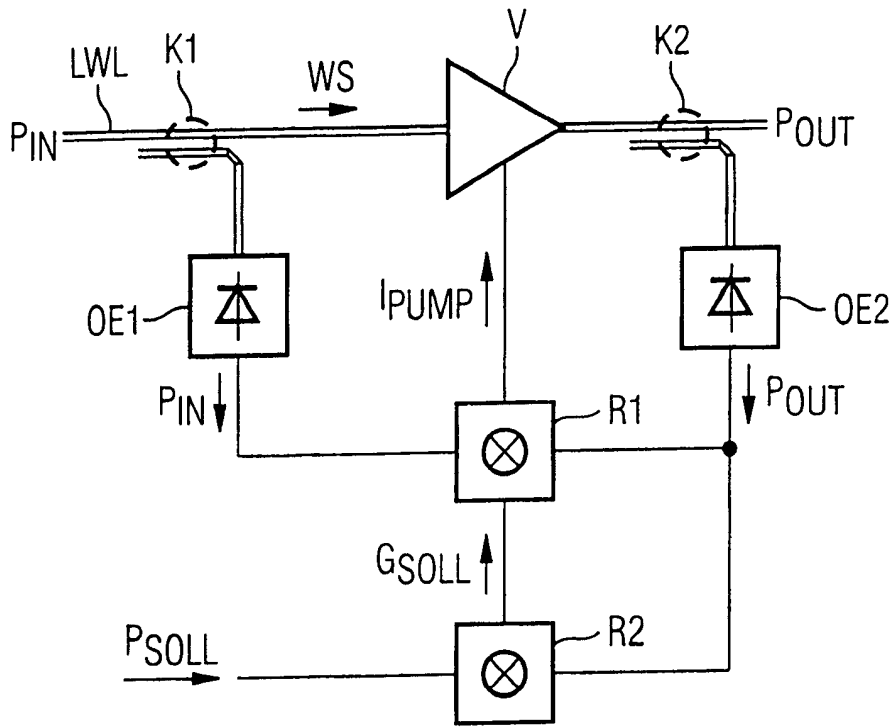


图 1

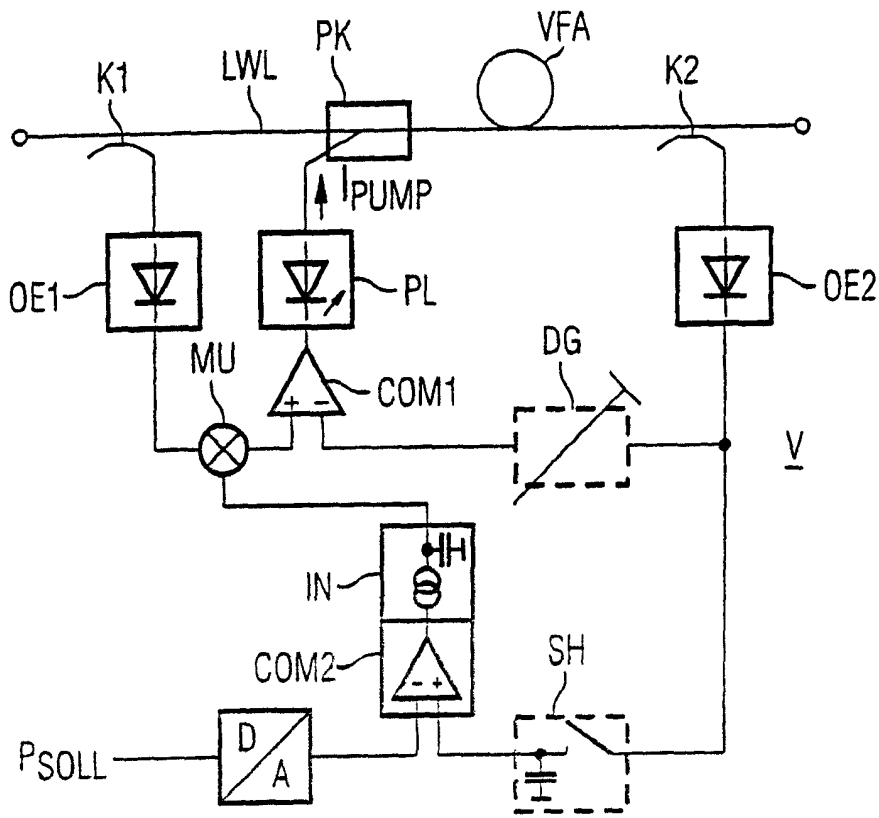


图 2

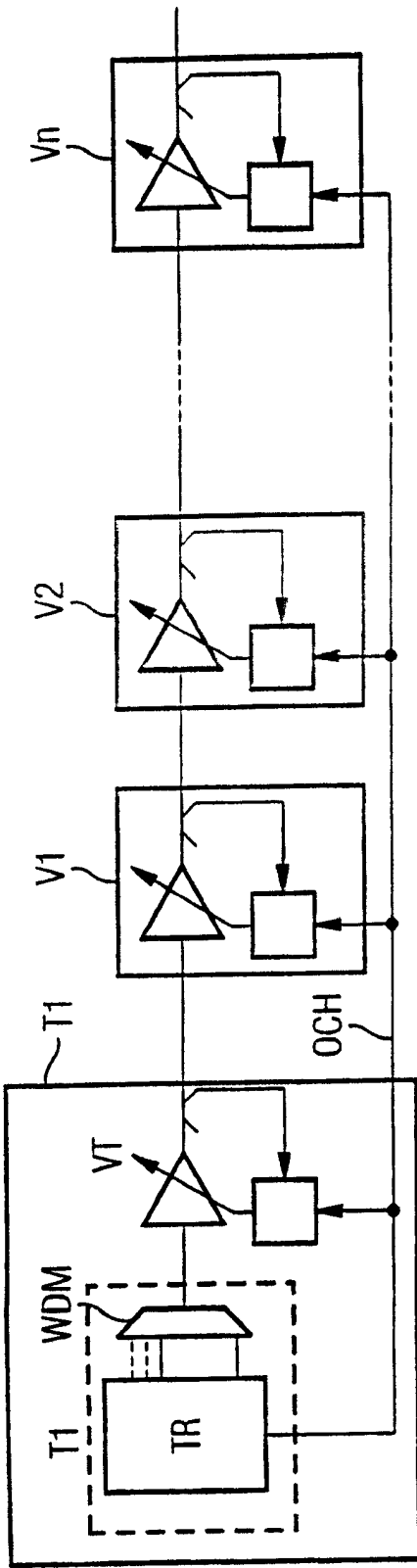


图 3

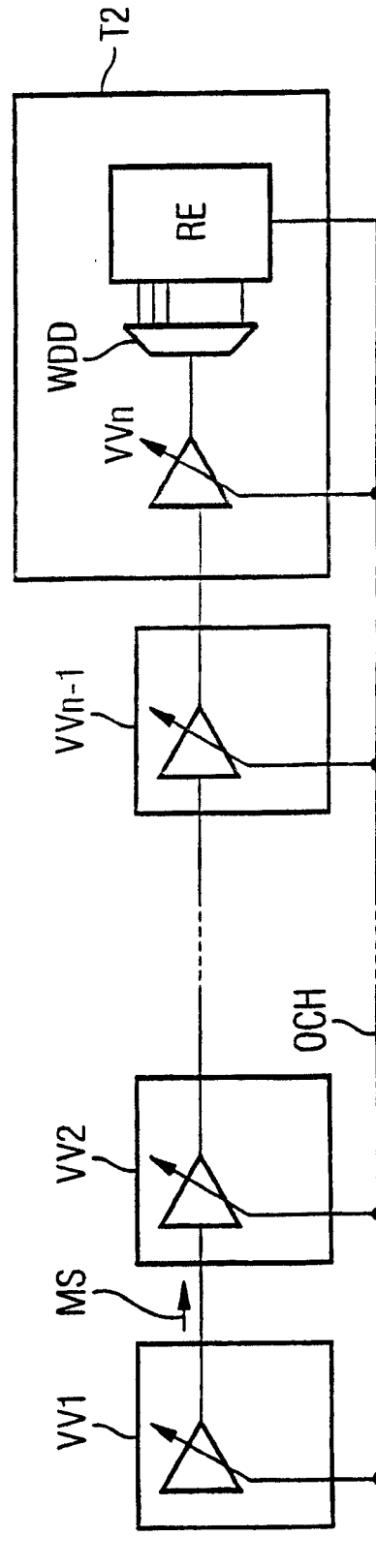


图 4