



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101044707 B

(45) 授权公告日 2011. 06. 15

(21) 申请号 200580030941. 9

(22) 申请日 2005. 09. 08

(30) 优先权数据

164114 2004. 09. 15 IL

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 03. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IL2005/000949 2005. 09. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02006/030417 EN 2006. 03. 23

(73) 专利权人 ECI 电信公司

地址 以色列佩塔蒂克瓦

(72) 发明人 M·R·扎克克斯 U·马拉布

M·古丁 T·穆兹坎特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 龚海军 陈景峻

(51) Int. Cl.

H04J 14/02 (2006. 01)

H04L 12/24 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003061017 A1, 2003. 03. 27, 全文.

US 6229631 B1, 2001. 05. 08, 说明书第 2 栏第 25-52 行, 第 6 栏第 65-67 行, 第 9 栏第 65-67 行, 第 10 栏第 2-5 行、第 30-43 行、第 50-55 行, 附图 12.

US 20030058494 A1, 2003. 03. 27, 说明书第 127 段, 第 131 段.

审查员 刘佳

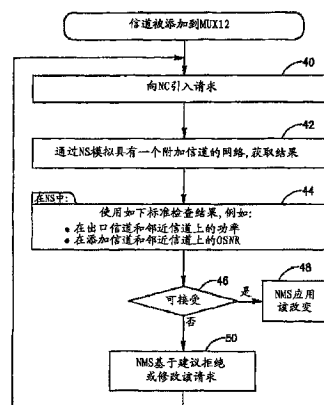
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

控制光网络的方法和系统

(57) 摘要

一种对包括网络元件 (NE) 的光网络进行控制的技术, 借助于网络控制器 (NC) 与所述网络元件通信。该技术包括由网络控制器 NC 从 NE 那里收集有关 NE 的信息, 并且只要请求网络中的一个改变, 在 NC 内基于所收集的信息模拟具有所请求改变的网络操作。该 NC 判定所请求改变的可接受性, 然后在网络中可引发执行所请求的改变。



1. 一种对包括网络元件 NE 的光网络进行控制的方法,该方法借助于与所述网络元件进行通信的网络控制器 NC 来进行控制,该方法包括

- 由网络控制器 NC 从所述 NE 收集有关网络元件的信息,
- 只要请求网络中的改变,就在网络控制器内基于所收集的有关网络元件的信息模拟具有所请求的变化的网络操作,
- 在网络控制器内判定所请求的变化的可接受性,以及
- 如果判定是肯定的,则在网络中引发执行所请求的改变。

2. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括:

预先提供给每个特定网络元件 NE 一个单独的 ID 标签,该 ID 标签包括存储有关该特定 NE 的单独的参数的信息的存储器,

提供给所述 ID 标签与所述 NC 通信并向所述 NC 通知 NE 的单独的参数的能力;

提供给所述 NC 与所述 NE 的 ID 标签通信的能力。

3. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中模拟网络操作的步骤包括模拟形成网络的一个或多个网络链路的操作。

4. 根据权利要求 1 至 2 中任一权利要求的方法,包括:由所述 NC 通知网络管理系统 NMS 关于所请求的改变所做出的判定,如果判定是肯定的,则借助于 NMS 执行所请求的改变。

5. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括:如果判定是否定的,则产生替换所请求的变化的建议。

6. 根据权利要求 1 至 2 中任一权利要求的方法,其中所述有关特定网络元件 NE 的信息包括该 NE 的单独的参数,所述参数包括静态参数和动态参数;

静态参数包括该特定网络元件的单独的物理参数;

动态参数至少包括该特定 NE 的可改变的工作条件。

7. 一种用于管理包括多个网络元件 NE 的光网络的网络控制器 NC,

该控制器能够与 NE 通信以从所述 NE 收集信息;

所述网络控制器 NC 关联于并适于启动网络模拟器 NS,该 NS 能够基于所收集的与网络中期望的改变有关的信息和数据来模拟所述网络的操作,

基于模拟结果,所述网络控制器 NC 也适合于判定所期望的改变是否可接受,如果判定是肯定的,则引发执行所述改变。

8. 根据权利要求 7 的网络控制器,用于响应于所述判定而通知网络管理系统 NMS。

9. 根据权利要求 8 的网络控制器 NC,

如果所述判定是肯定的,则能够使所述 NMS 执行所述期望的改变,以及

如果所述判定是否定的,则能够产生并向所述 NMS 发送替换该期望的变化的建议。

10. 根据权利要求 7 的网络控制器 NC,其中网络模拟器 NS 是软件单元,其被设计为依靠对光网络的数学模拟来反映光网络特性,所述数学模拟考虑了包括网络元件 NE 的静态和动态参数以及连接所述 NE 的光纤区间的参数的所述信息;NS 块能够预测网络中期望的变化的结果,有关该结果的信息是用作所述判定的基础的模拟结果。

11. 包括根据权利要求 7 至 10 中任一权利要求所述的、具有网络模拟器 NS 的网络控制器 NC 的网络管理系统。

12. 一种网络元件 NE,其用作根据权利要求 7 的所述多个网络元件 NE 中的至少一个,

所述网络元件 NE 装备有单独的 ID 标签,且所述 ID 标签包括:

存储器块,用于存储网络元件的单独的参数,

接口块,其能够与网络控制器 NC 通信并向其发送存储器块中存储的参数中的至少一个参数。

13. 根据权利要求 12 的网络元件,其中由厂商输入所述单独的参数。

14. 根据权利要求 12 的网络元件 NE,其中存储在存储器块中的所述单独的参数包括一个或多个静态参数和一个或多个动态参数。

15. 根据权利要求 14 的网络元件,进一步包括一个或多个测量电路,其能够测量 NE 的所述动态参数中的至少一个。

16. 根据权利要求 12 的网络元件,进一步包括处理器,其能够处理并更新存储在存储器块中的参数。

17. 根据权利要求 12 或 14 的网络元件,其中所述静态参数包括 ID 标签所属 NE 的恒定参数。

18. 根据权利要求 14 至 16 中任一权利要求的网络元件,其中 ID 标签的存储器包括用于存储网络元件的所述静态参数的工业上制造的只读存储器 ROM,和用于存储网络元件的所述动态参数的随机存取存储器 RAM。

19. 一种光网络,包括借助于网络控制器 NC 可控制的多个网络元件 NE,

每个 NE 被提供有单独的 ID 标签,该 ID 标签能够与所述 NC 通信,并且该 ID 标签包括用于存储该网络元件 NE 的单独的参数的存储器块;

该 NC 能够与所述 NE 通信以收集存储在它们的对应的 ID 标签中的信息,并被提供有网络模拟器 NS,该 NS 能够使用所述信息模拟网络操作,

其中所述 NC 还适合于基于模拟结果判定期望的改变是否是可接受的,并且如果该判定是肯定的则引发所述改变的执行。

控制光网络的方法和系统

发明领域

[0001] 本发明涉及一种监视和控制光网络操作的技术。

[0002] 发明背景

[0003] 借助于计算监视并控制光网络,并进一步测试网络操作是现有技术中通常认为的概念。

[0004] US2003/0058494A(W003/003636 A2) 描述了一种具有全局控制器的光网络系统,该全局控制器能够监视和控制网络的所有元件。该控制器从每个光网络元件接收性能数据,并为通过该系统传输的每个信道计算性能值。该控制器然后隔离具有最小性能值的信道,并测试网络元件参数中可能的改变,从而确定可提高该性能值的量度。一旦发现了这样的改变,其被执行并重新优化该系统。

[0005] US2003/0058494A 的控制器称为全局控制器,它能够控制所有网络元件。该控制器从每个光网络元件接收性能数据,并为通过该系统传输的每个信道计算性能值。该控制器然后隔离具有最小性能值的信道,并测试网络元件参数中可能的改变以发现可提高该性能值的改变。一旦发现了这样的改变,其被执行并重新优化该系统。应当注意,为了测试上述系统中可能的改变并做出决定,这些元件及光信道将物理地经受可能的改变。不必说实际测试的操作总是影响通过网络的业务量传输。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供一种控制光网络的方法(及适用系统),其可便于在网络控制器中做出判定,并允许以不影响业务量的方式执行控制功能。

[0007] 根据本发明的第一方面,提出了一种对包括网络元件(NE)的光网络进行控制的方法,借助于网络控制器(NC)与所述网络元件通信,该方法包括:

[0008] —网络控制器 NC 从所述 NE 收集有关网络元件的信息,

[0009] —只要请求网络中的任何改变,在网络控制器内基于所收集的有关网络元件的信息来模拟具有所请求改变的网络操作,

[0010] —在网络控制器内判定所请求改变的可接受性,以及

[0011] —如果判定是肯定的,则在网络中引发执行所请求的改变。

[0012] 优选地,该方法包括由所述网络控制器通知网络管理系统(NMS)有关所请求改变的判定,并且如果判定是肯定的,借助于 NMS 执行所请求的改变。

[0013] 如果判定是否定的,该方法优选地包括一个步骤,即由所述 NC 产生可替换所请求的改变的提议。

[0014] 该方法优选地包括:

[0015] 预先为每个特定的网络元件(NE)提供单独的 ID 标签,该 ID 标签包括存储器,其存储有关所述特定 NE 的单独参数的信息,

[0016] 提供给所述 ID 标签与所述 NC 通信,并向所述 NC 通知有关 NE 的单独参数的能力;

[0017] 提供给所述 NC 与所述 NE 的 ID 标签通信的能力。

[0018] 可以多种方式组织 ID 标签和网络控制器 NC 间的通信,例如通过使用光监控信道或用于管理的其它信令装置,通过使用无线技术等等。

[0019] 有关特定网络元件 NE 的信息包括单独的参数,其中包括静态参数和动态参数;

[0020] 静态参数包括所述特定网络元件的单独物理参数,还可包括用于所述特定 NE 类型的恒定物理参数特征;

[0021] 特定 NE 的动态参数至少包括该特定 NE 的可改变的工作条件。

[0022] 动态参数(变量)优选地被计算,也可选择性地、或除计算值之外被测量。例如,该动态参数作为特定元件上各种光信道的能量输出值可被计算,并进一步存储在 ID 标签中,而这些能量值也可由网络元件的监控电路测量。也可使用测量值替换计算值,或者以便将该计算值与测量值比较。比较的结果可能启动向网络控制器 NC 警告。

[0023] 根据该方法的优选版本,模拟网络操作的步骤包括模拟形成该网络的一个或多个网络链路的操作。典型地,该链路是 WDM(波分复用)光链路。

[0024] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于管理光网络的网络控制器(NC),该光网络包括多个网络元件(NE),

[0025] 该控制器能够与网络元件通信以从那里收集信息;

[0026] 所述网络控制器 NC 关联于并适于启动一个网络模拟器(NS),而该 NS 能够基于收集的与网络中任何期望的改变有关的信息和数据来模拟所述网络的操作,

[0027] 所述网络控制器 NC 还适于基于模拟结果来判定期望的改变是否可接受,如果判定是肯定的,引发执行所述改变。

[0028] 优选地,NC 能够响应于该判定与网络管理系统(NMS)通信。

[0029] 进一步优选地,网络控制器 NC 能够:

[0030] 如果所述判定是肯定的,则引发所述 NMS 执行期望的改变;以及

[0031] 如果所述判定是否定的,则产生并向所述 NMS 转发替换该期望改变的提议。

[0032] 有关网络元件的信息优选地包括各个 NE 的单独参数,其包括静态参数和动态参数。特定 NE 的静态参数可包括用于所述特定 NE 类型的恒定物理参数特征,并且优选地是所述特定网络元件的恒定的单独物理参数。特定 NE 的动态参数至少包括特定 NE 的可改变的工作条件,其可基于其它测量和所述静态参数被测量和/或计算。

[0033] 优选地,网络模拟器 NS 可以是软件/硬件单元,其被设计为依靠数学模拟来反映光网络特性,其中考虑了网络元件 NE 的静态和动态参数,以及连接所述 NE 的光纤区间的参数。NS 块期望用于预测网络中任何期望改变的结果;有关该结果的信息是所述判定的基础。

[0034] 该网络控制器在检查模拟改变的结果之后,可判定是否在网络中引入已经被模拟的实际改变。通常,预定的光网络稳定性/可操作性的标准被用于这样的判定。

[0035] 然而(并且优选地),该模拟块 NS 可将其自身适合于基于预测的结果和预定的光网络稳定性/可操作性标准,来判定期望改变的可接受性。

[0036] 应当注意,网络模拟器 NS 还可包括并优选地包括存储器块,用于存储执行模拟所需要的数据库。例如,模拟器块应该知道的信息,包括每个特定网络区段上当前工作的光信道数目(NOC)。该信息可从网络管理系统被接收,并被存储在模拟块的存储器中,或者从位于网络区段末端的至少一个网络元件中被接收。通常,NS 的存储器块存储跨越网络的网络

元件 NE 的光纤的参数。可选地,它还可以具有网络元件 NE 的恒定参数的数据库。

[0037] 优选地,网络控制器 (NC) 是网络管理系统 (NMS) 的一个完整部分。

[0038] 根据本发明的第三方面,提供了一种网络管理系统,其包括上述具有网络模拟器 (NS) 的网络控制器 (NC)。

[0039] 根据本发明的第四方面,提供了一种装备有单独 ID 标签的网络元件 NE,包括:

[0040] 一存储器块,用于存储网络元件的单独参数,

[0041] 一接口块,其能够与网络控制器 (NC) 通信并向其发送存储器块中存储的单独参数中的至少一个。

[0042] 该单独参数优选地由人工输入到 ID 标签中。但是,它们可以在网络中安装 NE 之前被确定并由用户输入。

[0043] 存储在存储器块中的单独参数优选地包括所述 NE 的一个或多个静态参数和一个或多个动态参数。

[0044] 优选地, ID 标签还包括处理器,用于处理这些参数(所述测量的动态参数和/或所述静态参数)以进一步将其存储在存储器块中。

[0045] 可选地,网络元件还包括一个或多个测量(监控)电路,用于测量所述动态参数的至少一个。该测量(监控)电路原则上可基于动态参数的测量执行特定的计算。然而,优选地在 ID 标签的内部处理器中执行该计算。

[0046] 进一步优选地, ID 标签的存储器包括工业上制造的只读存储器 ROM,用于存储网络元件的所有静态参数,和随机存取存储器 RAM,用于存储网络元件的动态参数。

[0047] 除了特定 NE 的单独恒定参数之外,该静态参数还可包括对于所述 NE 类型的恒定参数特征,以及可根据任何预定函数被处理和更新的准静态参数。

[0048] 该静态参数可包括如下参数:用于特定类型以及 NE 所属模型的物理参数特征(通常,这些参数是已知的,并可由厂商提供), NE 的单独物理参数(可被单独阐明并且也由厂商提供)。它们通常存储在 ROM 中。可更新的静态参数,其可随温度、经历老化、环境条件等而改变(也称为准静态参数),也可与允许处理并更新这些参数的函数一起被存储在 ROM 中。

[0049] 该 RAM 优选地存储 NE 的动态参数,其通常随时间改变,因此其有时或者甚至实时被更新。这些参数的实例是 NE 的实时工作条件(输入和输出功率值,它们的比率,例如在特定波长上的输入功率/输出功率, OSNR, 温度, 散射等)。

[0050] 根据本发明的第五方面,提供了一种光网络,包括借助于网络控制器 NC 可控制的多个网络元件 NE,

[0051] 每个 NE 被提供有单独的 ID 标签,其能够与所述 NC 通信并包括用于存储网络元件 NE 的单独参数的存储器块;

[0052] 所述 NC 能够与所述 NE 通信以从那里收集存储在它们的各个 ID 标签中的信息,并且该 NC 被提供有网络模拟器,其能够使用所述信息模拟网络操作。

[0053] 根据本发明进一步的方面,提供了一种软件产品,其包括适合于执行上述方法的软件可执行指令和数据。

[0054] 从而,提供了一种承载媒体,其包括软件产品并适合于合并在其中,并与光网络的网络控制器 NC(等)结合使用。

附图说明

[0055] 将参考下列非限制性的附图进一步描述本发明,其中:

[0056] 图 1 是一个结构图,其示意性示出了所提出的管理光网络的技术的原理。

[0057] 图 2 示出了所谓网络元件 ID 标签的结构图,包括用于存储网络元件的静态参数和动态参数的数据库。

[0058] 图 3 示出了借助于新提出的网络控制器在光网络中引入某些期望改变的示例性流程图。

[0059] 图 4 示出了根据所提出的技术将被模拟和控制的示例性光链路。

[0060] 图 5a、5b 示出了图 4 中所示的提出的光链路模拟的结果,一种情况承载单个数据信道,一种情况是全负载(例如 40 个数据信道)。

[0061] 图 6 示出了包括将被替换的光增强器的另一个光链路。

[0062] 图 7 示出了图 6 所示的提出的光链路模拟的结果,以及同样光链路的模拟结果,其中光增强器被设想由同一类型但具有不同单独参数的另一增强器替换。

[0063] 图 8 示出了如何在所提出的技术中模拟并执行网络元件的替换的示例性流程图。

[0064] 优选实施例的详细说明

[0065] 图 1 例示了光链路形式的光网络 10 的简化结构图,包括下列光网络元件:复用器(MUX)12,放大器 14,光分插复用器(OADM)16,解复用器(DMUX)18。每个网络元件被提供有身份标签(ID 标签),该身份标签具有存储网络元件的单独参数的内部存储器,并具有能够与网络控制器(NC)24 通信的接口。该 ID 标签优选地被提供有内部处理器(在该附图中没有示出)。

[0066] 应当注意,本发明涉及多种类型的光网络,其可表现为光链路的多种组合。这些元件由光纤区段连接,其中的一些光纤区段在附图 13、15、17 中示出。进入网络 10 的光信道通常标为 11,并从发射机 Tx1 到 Txi 开始。出口信道通常标为 19,终止于接收机 Rx1 到 Rxi。输入信道的行为和参数可被监控,并可利用各种光衰减器被改变,这些光衰减器位于每个信道上并可由 NMS 28 控制。

[0067] 入口信道 11 的监控由监控(测量)电路 20 执行。出口信道也可由监控电路 22 监控,但这种操作是可选的,并可例如用于在基于初步模拟改变的执行将模拟结果与实际结果进行比较。尽管附图中未示出,监控电路也可选地存在于其它网络元件上。例如,放大器 14 的监控电路可适合于监控光纤区段 13、15,那里所有的信道被组合。MUX 12 和 DMUX 18 的监控电路可测量工作条件,例如每个信道上的输入或输出功率,OSNR,然后并可向各个 ID 标签:112 和 118 转发有关所测量的工作条件的信息,以存储在它们的内部存储器中。然而,可通过模拟链路获得这些参数,如下面将解释的。如附图中所示,网络元件 112 和 118 的 ID 标签能将它们的存储器内存储的信息转发给网络控制器 NC 24。控制器 24 适合于维护与网络 10 的所有网络元件的 ID 标签的通信。ID 标签和 NC 24 间的通信技术可以是有线/光或无线的。典型地,每个 ID 标签是一个芯片,包括用于存储其所包含在内的网络元件的静态(几乎恒定)单独参数的 ROM,和用于存储并更新元件的动态参数的 RAM。除了用于与 NC 通信的通信接口之外,每个 ID 标签还可包括用于与网络元件的适用监控电路交互的接口。可选并优选地,基于该元件的静态参数和其它动态参数计算该网络元件的动态工

作参数。可在 ID 标签内利用其内部处理器,或者在 NC 内执行这些计算。

[0068] 静态参数典型地由厂商输入到 ID 标签的存储器中。优选地,该静态参数不仅包括对于这组类型设备已知的通常参数,还包括在厂商设备上阐明的用于特定网络元件的精确的单独恒定参数。单独静态参数的典型例子是增益 G 和噪声系数 NF ,它们针对不同的特定波长被测量并被写入到 ID 标签中。通常,静态参数还包括物理恒定,对于这种网络元件类型公知的恒定参数,及准静态参数,其可根据温度、时间等使用预定的函数被更新。这些函数可以各种形式,例如以表的形式存储在 ID 标签中。

[0069] 动态参数包括可更新的物理参数,其随时间或环境状态而改变,通常动态参数是 NE 的工作条件。某些工作条件(输入功率)可由包含在同一网络元件集合中的监控电路确定,或在链中被计算。其它动态参数,例如 $OSNR$,可通过物理测量获得。再进一步,动态参数(例如 BER ,输出功率)可从其它动态参数被计算出(比方说,可基于 $OSNR$ 计算 BER ;可基于放大器输入功率和增益计算放大器的输出功率)。如已经提到的, ID 标签优选地包括其内部本地处理器,用于更新某些静态参数并从静态参数获取某些动态参数和 / 或其它动态参数。

[0070] 如以上提到的, ID 标签 114 与网络控制器 24 通信,因此有关放大器 14 的所有信息对于网络控制器 24 是已知的,并可被存储在其数据库(未示)中。类似地,在 NC 上收集有关网络的任何其它 NE 的信息。至少,有关网络元件的静态参数的信息,以及有关光纤参数的信息可一次存储在 NC 24 的数据库中以便于进一步的通信和处理。

[0071] 只要在网络中设计了任何改变(例如增加或删除光信道以提高 / 降低网络负载,波长分配的处理等),并在网络控制器 24 上,优选地从网络管理系统 28 作为对期望改变的请求接收所述任何改变,网络控制器 NC 24 激活其相关的网络模拟器(NS) 26 以便模拟新的状态并估计期望改变的结果。网络模拟器(NS)是从数学上反映网络 10 的软件程序。应当注意,NC 24 的数据库实际上构成了 NS 26 的数据库。

[0072] 可在作为 NC 24 一部分的 NS 26 中,通过使用同样存储在数据库中的预定网络稳定性标准来分析特定执行模拟的结果。

[0073] 基于该分析,NC 24 判定是否可执行计划的改变,并将其通知给网络管理系统(NMS) 28,这样 NMS 可通过管理信道(未示)将可接受的改变应用到网络 10,或者提出可选的建议以修改先前对于改变的请求。

[0074] 图 2 示出了特定网络元件 NE 的 ID 标签的示例性结构图 30。在该实施例中, ID 标签包括存储器数据库 32、处理器 34 和接口块 38。ID 标签通过接口块 38 与网络控制器(未示)通信。可选地, ID 标签还可与网络元件的监控电路 40 通信。存储器数据库 32 被示意性地分成了保存 NE 的静态或恒定参数的第一存储器块 33(ROM),和保存由监控电路块测量的和 / 或由处理器 34 计算的动态参数的第二存储器块(RAM) 35。NE 的静态单独参数可由厂商预先确定并输入,或者在由用户确定 / 由处理器 36 基于该 NE 所属类型的静态参数计算之后被存储。我们假设 ID 标签 30 所属的网络元件是光放大器。在该图中,数据库存储这些静态参数,例如放大器的增益 G 和噪声系数 NF (对于每个光信道),并存储动态参数,例如用于每个光信道的输入功率(P_{in})、输出功率(P_{out})、光信噪比($OSNR$)及其它。

[0075] 图 3 示出了当一个光信道被添加到网络时,通过使用网络模拟器管理光网络的一个基本算法。

[0076] 假设,光信道将被添加到网络,由 NMS 向网络控制器 NC 引入请求(框 40)。

[0077] 下面的大量步骤是网络模拟器 NS 根据该请求修改的网络的模拟操作(框 42)。

[0078] 接下来的大量步骤是由 NS 分析模拟结果(框 44)。为了检测该结果,模拟应检查多个标准,例如:

[0079] 一检查信道(在该情况中,在出口信道 19 中、或者在从 OADM 16 落下的信道中的新信道上,任何一个都适用)的目的地点上的功率平衡(即它是否在最大和最小允许功率之间);

[0080] 一检查其它信道上的功率平衡(至少在邻近信道上);

[0081] 一从预定的可接受最大值的点检查添加信道和邻近信道(在目的地点上)上的 OSNR 和 BER;

[0082] 如果没有超出可接受的范围(框 46),通知 NMS 并执行该请求(框 48)。在相反的情况下,NMS 通过使用可由 NS 提供的建议丢掉或修改该请求(框 50)。该建议例如可涉及在至少一些最新检测的信道中改变传输比特率,在至少一些最新检测的信道中执行预加重等。

[0083] 图 4 示出了光链路 60,其包括适合于复用来自合适发射机的 40 个光信道的光复用器(MUX)62,不同类型的 5 个光放大器 64、66、68、70 和 72,散射补偿模块(无源模块 DCF)74 和连接到接收机模块的光解复用器(DMUX)76。这些元件全部通过规则的光纤区段 65、67、69 和 71 连接成链。每个网络元件被提供了其存储有单独元件参数的 ID 标签,至少有其静态单独参数。例如,MUX62 的内部衰减为 18dB,放大器 64、70、73 具有 23dB 的相等增益,放大器 66 具有 29dB 的增益,DMUX 的内部衰减为 6dB。散射补偿模块 74 能补偿 80km 规则光纤的散射。有关光纤区段 65、67、69、71 的数据(光纤长度、光纤类型、每 km 光纤的衰减值)被存储在网络控制器 NC 数据库中。例如,光纤区段 65 是一段规则光纤,其长度为 94km,其衰减为 20dB。

[0084] 我们假设当前,光链路 60 仅传输一个光信道并且其特征满足所需的标准,例如信道的特定波长上的主要输出功率(P_{out})标准及相同特定波长上输出的光信噪比(OSNR 输出)。我们进一步假设根据新的用户请求,需要链路覆盖所有可能的 40 个光信道上的数据。

[0085] 理论上,应使用有关典型参数的数据模拟光链路 60,这些典型参数通常由厂商为特定类型的网络元件提供。特定元件的任何典型参数经常表现为一个取值范围,在该范围内必须能找到参数的实际值。

[0086] 使用典型参数的有规则模拟或计算的缺点因此是清楚的:规则的模拟不能考虑特定安装元件及系统的特性,而仅考虑了典型元件及典型系统的特性。这种模拟的结果如下:

[0087] 1. 实际系统性能与所计算的特性差别很大

[0088] 2. 不能满意地提供系统

[0089] 3. 任何网络元件的替换会引发系统平衡中不可预测的改变。

[0090] 4. 使用所提出的向每个网络元件提供单独 ID 标签的技术,并利用模拟中单独的网络元件参数模拟图 4 中所示的光链路 60。

[0091] 5. 如以上所提到的,估计光链路平衡的主要标准是如下的两个参数:给定波长上的输出功率(P_{out})和给定波长上的 OSNR。

[0092] 6. 可在将任何改变应用到链路之前计算（模拟）OSNR 和 P_{out}。可使用下列已知的等式通过链执行。对于每个放大器，每个信道的功率和 OSNR 如下：

$$[0093] \quad p_{out}(\lambda) = 10 \log[p_{in}(\lambda) \cdot \text{Gain}(\lambda)]$$

$$[0094] \quad OSNR_{out}(\lambda) = 10 \log \left[\frac{P_m(\lambda)}{P_m(\lambda) / OSNR_m(\lambda) + h\nu\Delta\nu NF(\lambda)} \right]$$

[0095] 其中 λ 是波长，P 是功率，h 是普朗克常量， ν 是频率， $\Delta\nu$ 是噪声带宽，

[0096] NF 是放大器噪声系数。在该等式中：

[0097] P 和 OSNR 是可被测量或计算的变量（动态参数）。在该例子中，它们在网络模拟器的链中被计算。

[0098] NF 和 G 是单独的恒定写入参数（静态参数），其被输入到在链路 60 中使用的放大器的 ID 标签的存储器中。

[0099] 图 5a 和 5c 示出了对于具有一个信道（图 5a）和 40 个信道总容量（图 5b）的链路 60 输出的模拟 OSNR。这些信道通过在它们的特定波长上它们的模拟 OSNR 值来说明，每个值处于最小阈值之上或之下，在这种情况下最小阈值是 17.5dB。

[0100] 如所见的，当系统被理论上从一个工作信道升级到 40 个时，模拟确定了一个强降级。所提出的方法使得操作者为每个特定安装网络预测类似的情况，并从管理系统（或从模拟器）获取建议以避免由于所请求的升级处理而导致的业务降级。存在多种可能的建议，模拟器（和 NMS）可以类似的情况发布：

[0101] 1. 在升级前执行某些现有信道或某些添加信道的预加重（功率平衡）。

[0102] 2. 限制新加入信道的数目。

[0103] 3. 改变信道的频谱分配。

[0104] 4. 新的 / 现有信道（被预测具有可在较低比特率上使用的问题的信道）的比特率管理。

[0105] 图 6 示出了光链路 80，其中通过 MUX 和 DMUX 间的光纤传输多个信道的光信号（40 个信道），通过增强器（模块 82）和放大器模块 84 在其通路上放大该光信号。网络元件的静态参数被存储在它们的 ID 标签中，光纤区段的参数被存储在网络控制器的数据库中。对于增强器和放大器，它们的参数至少是它们的准确增益和噪声系数的值。

[0106] 例如，增强器 82 和放大器 84 间的光纤区段 83 是 140km，其衰减是 30dB；放大器的增益是 29dB。假设由于某些原因，增强器 82 将由同一类型的另一个增强器替换。如以上所提到的，规则的模拟不能用于预测系统中的任何改变，因为它们仅处理对于所需类型元件（在这种情况下，是对于特定类型的增强器）已知的典型参数。

[0107] 实际上，当一个模块在光网络中被替换时，由于不同模块的性能改变可预期到主要参数的改变。所提出的网络模拟和控制的技术允许预测和避免其主要参数中系统的降级。

[0108] 图 7 示出了用同一类型的特定不同增强器替换增强器模块的模拟影响，如已经由网络模拟器根据所提出的概念并使用特定的链路参数获得的。在特定波长的垂直轴上，通过位于 OSNR 的特定级别上的圆圈说明链路 80 的多个信道。线 B1 说明了假设替换之前的状态，B2 线一假设替换之后的状态。

[0109] 使最小 OSNR 阈值为 15.5dB。假设该系统实际仅使用波长大于 1540nm 的信道。因此可注意到,假设的替换将消极地影响 1540nm 和 1547nm 间的所有信道。

[0110] 网络模拟器(及因此的网络管理系统)将最可能通过发布某些建议来拒绝所请求的改变。

[0111] 管理给出的建议可如下:

[0112] 改变临界信道中的预加重配置,使用以低比特率发送数据的临界信道等。

[0113] 为了建议特定的功率值,该功率值对于预加重光信道是有用的,模拟器可使用特定的已知算法。可使用已知的软件装置执行网络操作的模拟。但是,应当注意,任何网络模拟器先前仅对于离线网络模拟被利用,并具有平均的典型网络元件参数。

[0114] 图 8 说明了当需要替换网络元件(*)时用于控制网络的所提出技术的可能流程图。该流程图包括扫描特定数据库(存储在网络模拟器或网络控制器中)的步骤,其包括有关单独的网络元件参数的信息,该网络元件可用于替换网络中安装的类似网络元件。(可选地,该算法可包括扫描特定元件的 ID 标签,该特定元件被计划来替换旧的网络元件)。扫描数据库(或特定元件)的步骤使得网络控制器(NC)收集有关一个(或多个)替换元件的单独参数的信息,并尝试在模拟中使用这些参数来代替该元件(*)的那些参数。

[0115] 图 8 中所示的流程图最终从数据库确定这样一个替换元件,其具有满足网络稳定性标准的单独参数,然后提供(也就是说 NMS)替换确认和特定替换元件的指示。如果没有发现合适的替换元件,模拟器可发布指令拒绝替换或建议特定的措施以改善该仍需执行的替换的结果。

[0116] 应当理解,已借助于非限制性的例子描述和说明了该创造性概念,并且所公开专利保护主题的其它版本和实现被提出,并应被认为是通过所附权利要求限定的本发明的一部分。

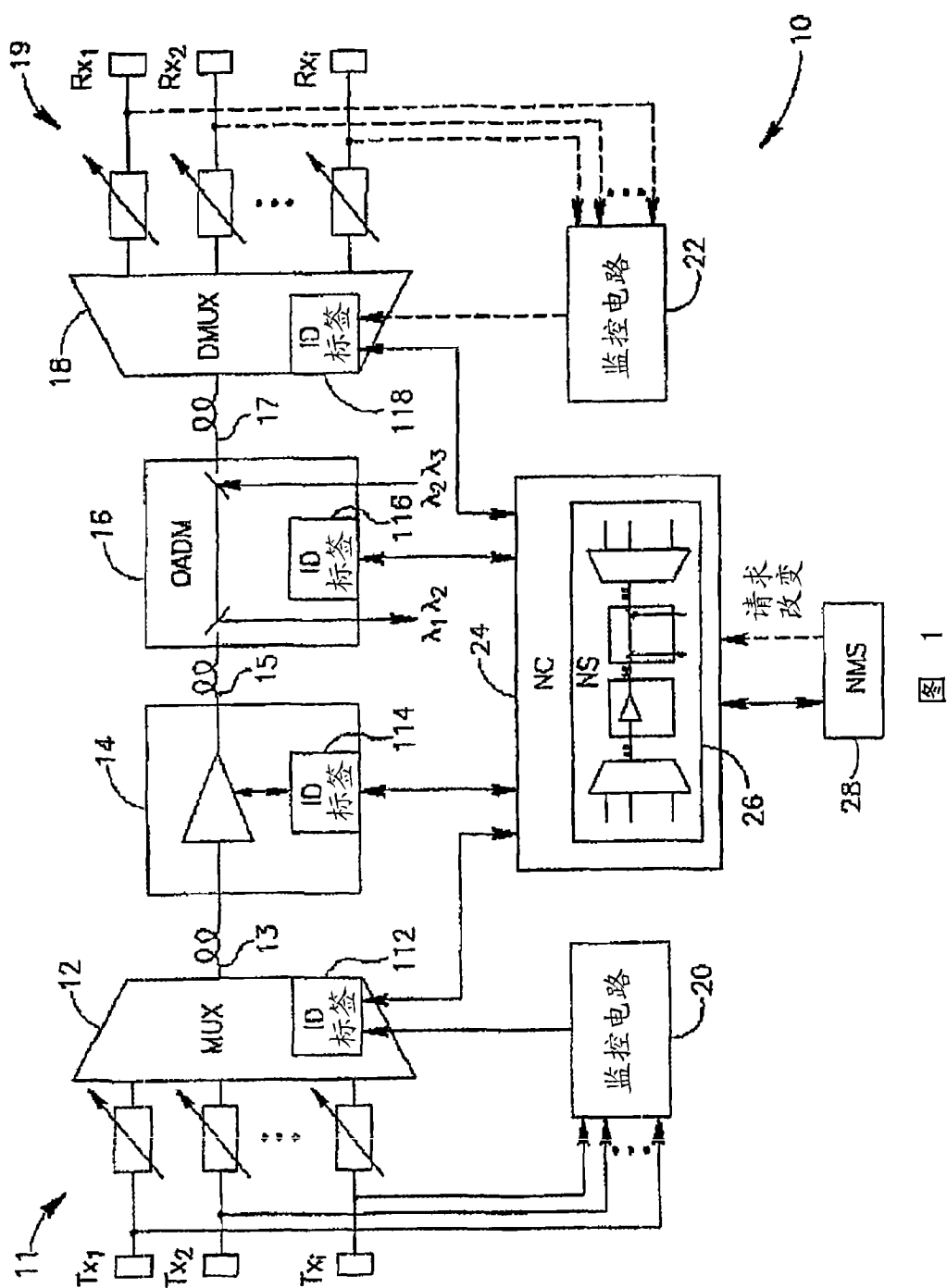


图 1

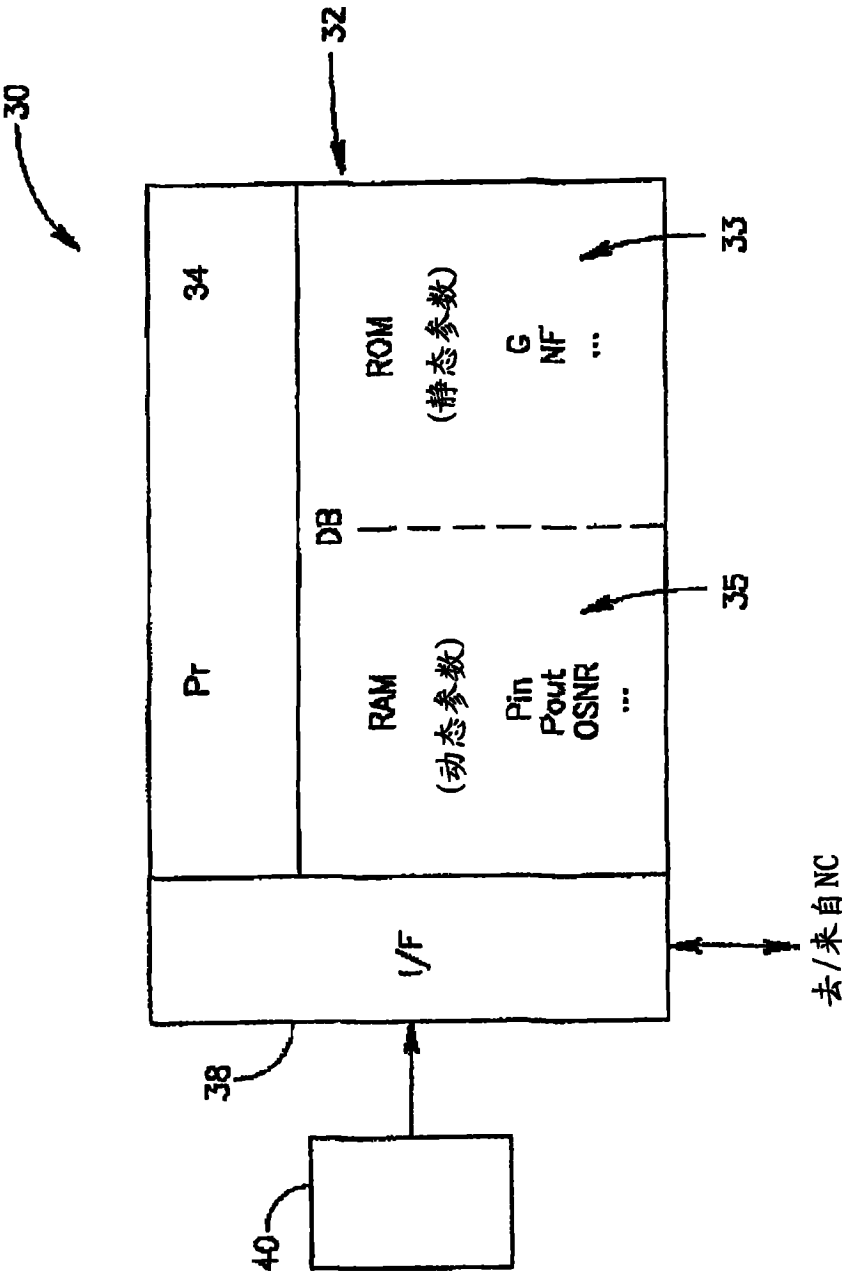


图 2

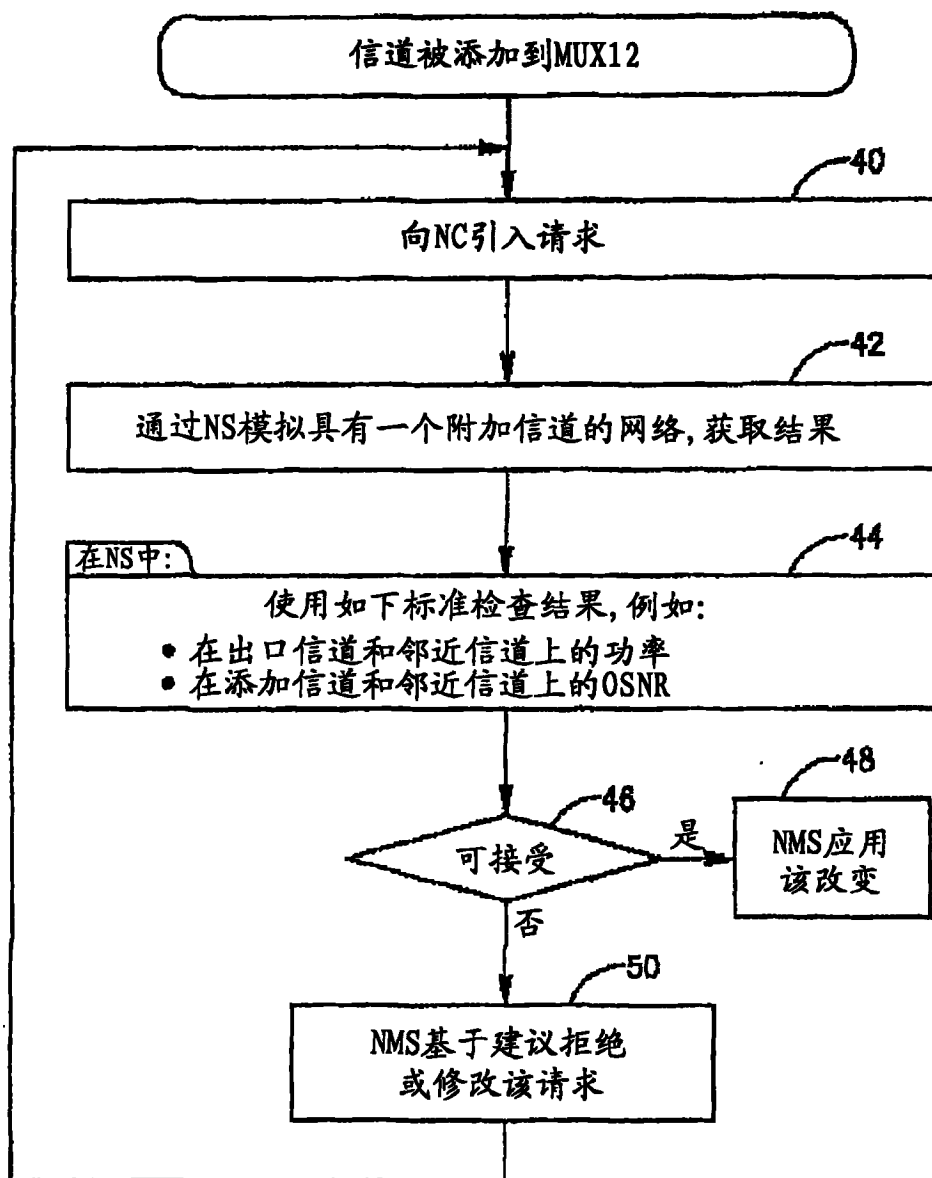


图 3

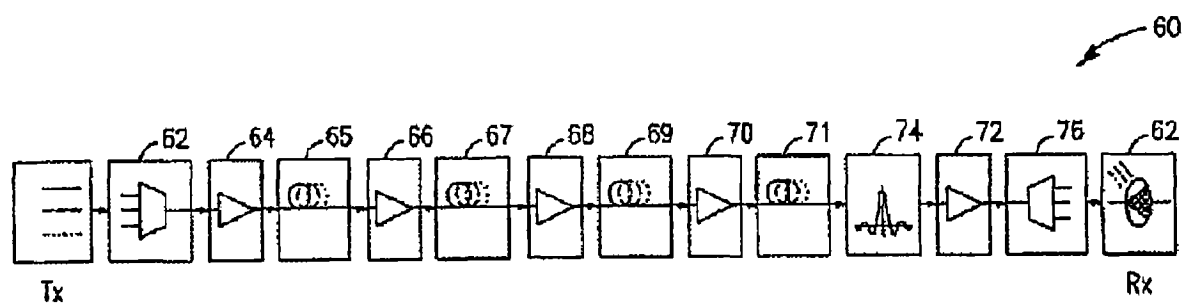


图 4

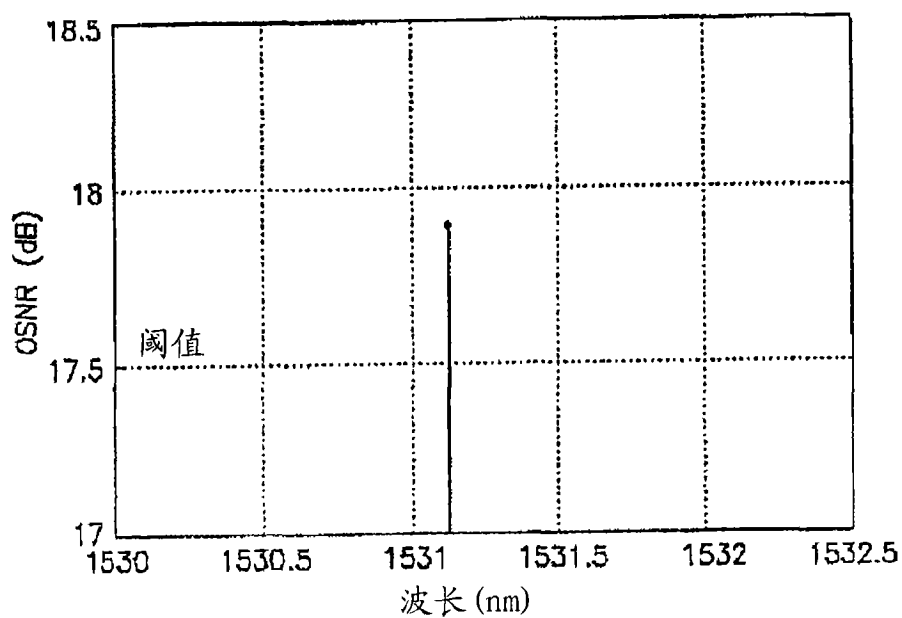


图 5A

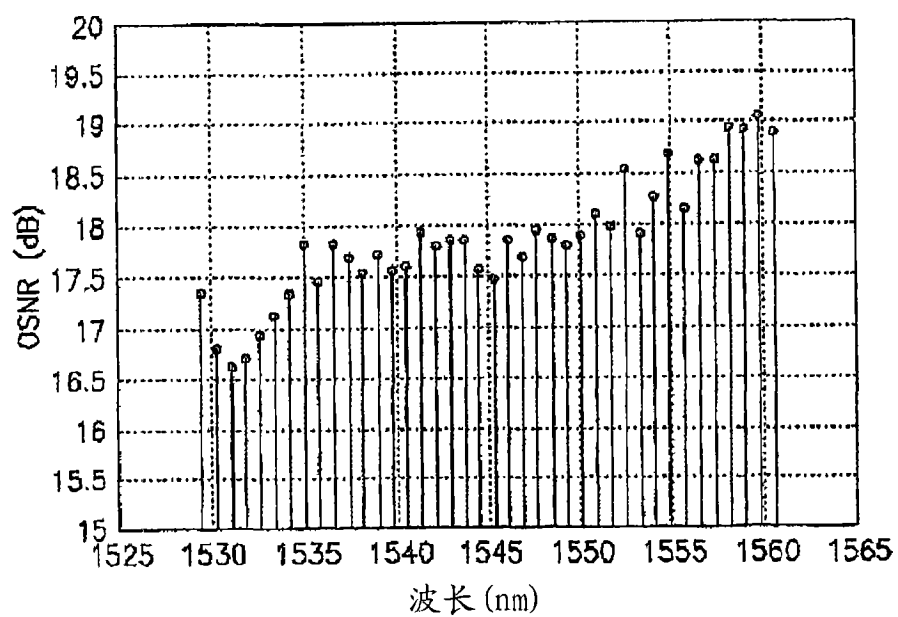


图 5B

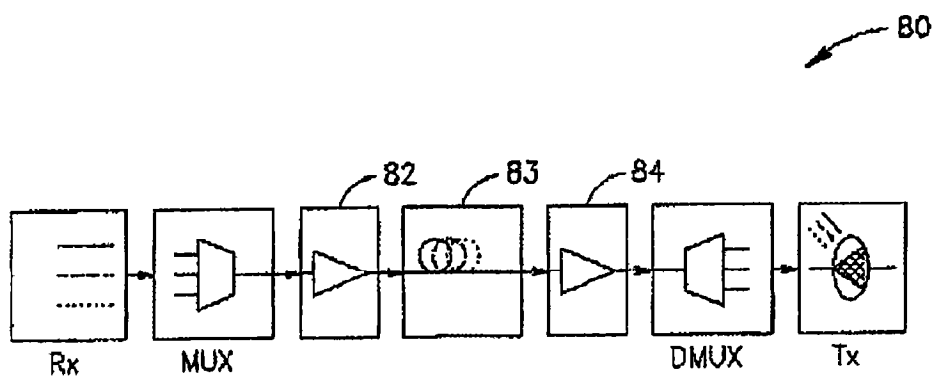


图 6

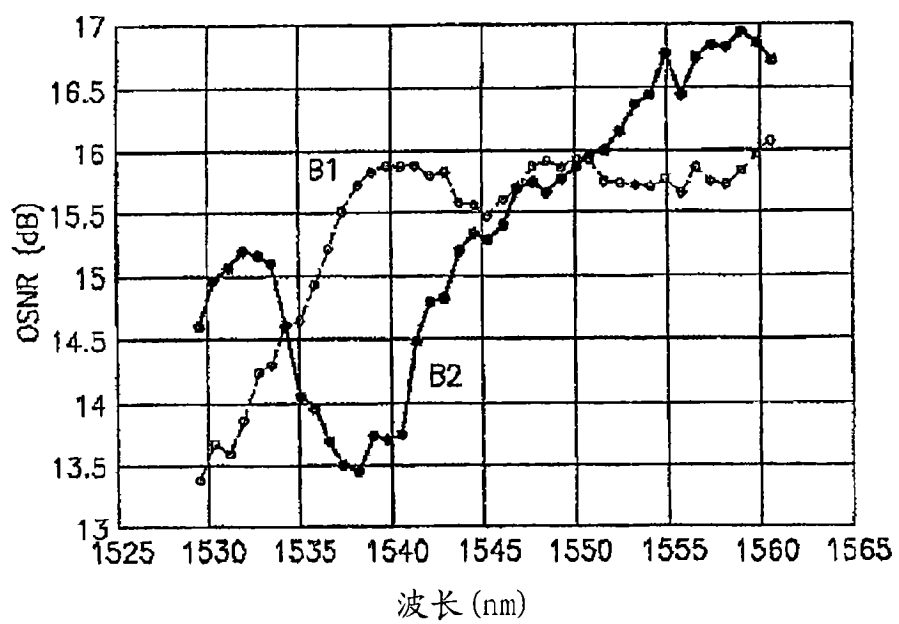


图 7

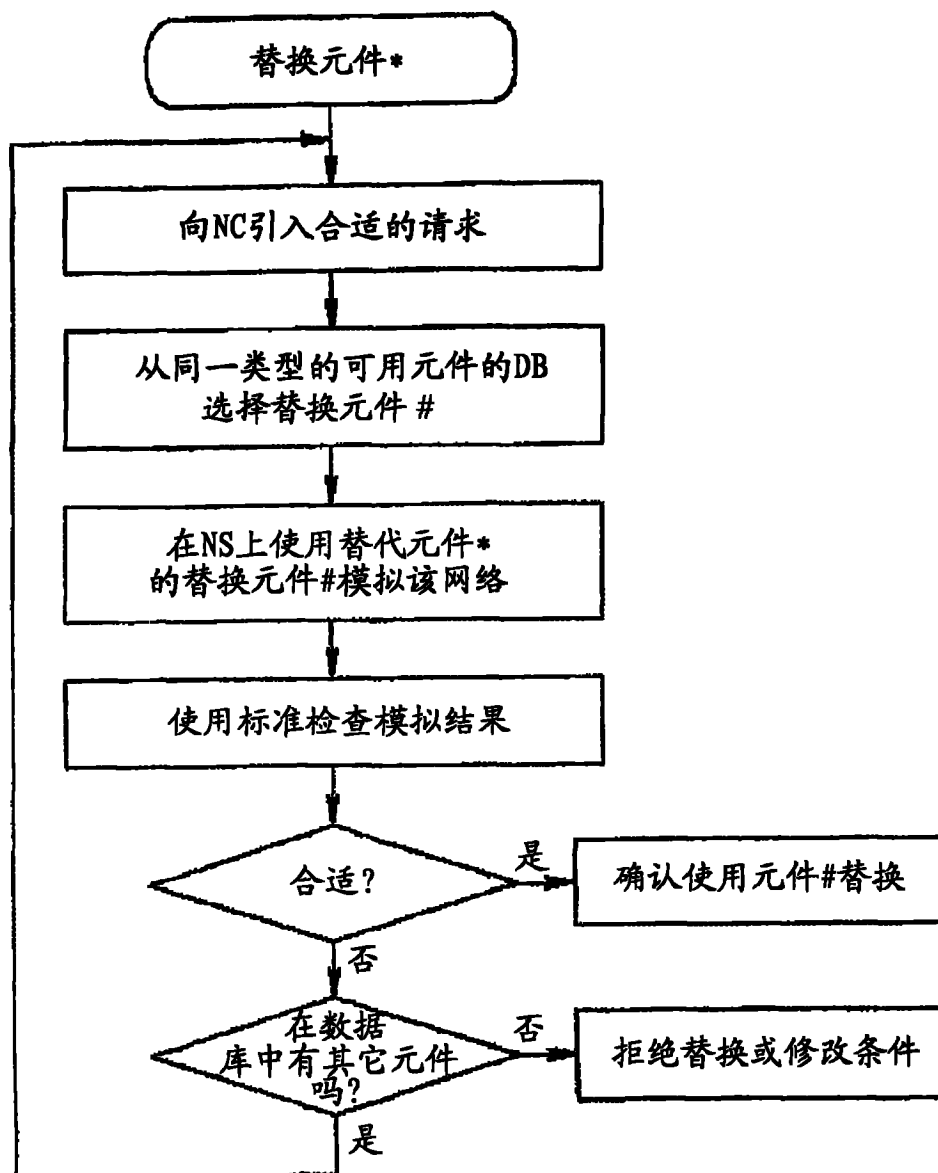


图 8