

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04J 14/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99102210.6

[43]公开日 1999年11月10日

[11]公开号 CN 1234660A

[22]申请日 99.2.14 [21]申请号 99102210.6

[30]优先权

[32]98.2.16 [33]JP [31]32859/98

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72]发明人 芝崎雅俊 铃木隆之 坂井和隆

关根贤郎 小坂淳也 今田律夫

森 隆 中野博行

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

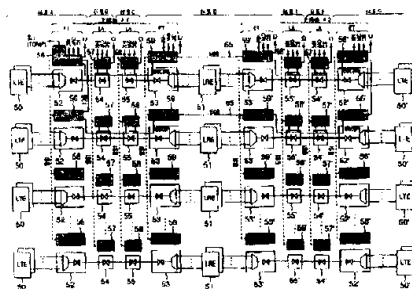
代理人 王 勇 叶恺东

权利要求书 1 页 说明书 21 页 附图页数 19 页

[54]发明名称 光传输系统及监视该系统的方法

[57]摘要

描述了一种光传输系统及监视传输多个主光信号的光传输系统的方法。该光传输系统包括传输主光信号之一的并列连接的多个光传输分系统。所述多个光传输分系统中的 2 个具有监视光信号传输单元。所述光监视信号传输单元中的一个作为工作系统使用,另一个作为保护系统使用,光监视信号传输单元中的一个将监视信息传送给光传输分系统。



ISSN 1 0 0 8 - 4 2 7 4



权 利 要 求 书

1. 一种传输多个主光信号的光传输系统，其特征在于，所述光传输系统包括传输所述多个主光信号之一的并列连接的多个光传输分系统，所述多个光传输分系统分别具有监视控制部，所述多个光传输分系统中的 2 个具有监视光信号传输单元，其中，所述监视光信号传输单元中的一个作为工作系统使用，另一个作为保护系统使用，光监视信号传输单元中的一个将监视信息传送给光传输分系统。

2. 一种传输主光信号的光传输系统，其特征在于包括：具有传输监视光信号的第 1 监视光信号传输单元的第 1 光传输分系统；具有传输所述监视光信号的第 2 监视光信号传输单元的第 2 光传输分系统；对所述主光信号进行再生中继的线路再生中继装置；和在所述第 1 和第 2 监视光信号传输单元间传输所述监视光信号的扩展光纤，其中，所述第 1 光传输分系统、所述线路再生中继装置、及所述第 2 光传输分系统串联连接，用于传输所述主光信号。

3. 一种监视传输多个主光信号的光传输系统的方法，所述系统包括传输所述多个主光信号之一的并列连接的多个光传输分系统，所述多个光传输分系统分别具有监视控制部，所述多个光传输分系统中的 2 个具有监视光信号传输单元，其中，所述监视光传输单元中的一个作为工作系统使用，另一个作为保护系统使用，所述方法包括以下步骤：监视所述光传输分系统；将包括所述光传输系统的信息的监视信号与所述主信号之一进行复用成复用光；传输该复用光。

4. 根据权利要求 3 所述的监视光传输系统的方法，其特征在于，所述光传输系统的监视信息记录在帧格式的额外开销部。

说明书

光传输系统及监视该系统的方法

5 本发明涉及日本专利申请：该申请申请号为 JP-10-032859，申请日为 1998 年 2 月 16 日、发明名称为“光传输系统、终端及光中继器”、发明人是 J. Kosaka 等，该专利申请将在美国专利局提出。

本发明涉及使用波分复用/解复用装置进行波分复用光信号的传输的光传输系统，及监视该光传输系统的方法。

10 与本发明相关联的光传输系统记载于特願平 5-244098 号公报中，它是这样构成的：在中途插入了光中继器的一根光纤内传输波分复用的主光信号，而且将在构成系统的各装置之间传输监视信息 (Service channel information) 等的监视信号 (Service channel signal) 的监视光 (OSC: Optical Service channel) 信号复用于主光信号中进行传输。

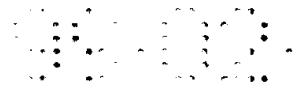
15 上述相关技术的光传输系统虽然有关于光信号和监视光信号的复用的记载，但没有关于多个系统工作时的监视全系统的方法。

由于每个系统具有独立的监视装置，所以监视系统及其工作过程变得复杂，全监视系统的可靠性无法高于单个监视系统。另外，全监视系统存在成本高的问题。

20 因此本发明的一个目的是提供一种光传输系统及监视该光传输系统的方法。该系统包括多个光传输分系统，能有效地对该系统进行监视，提高系统的可靠性，降低系统的成本。

25 根据本发明，上述目的可以通过提供传输多个主光信号的光传输系统和监视该光传输系统的方法来实现。其中，该系统包括：传输上述主光信号之一的并联连接的多个光传输分系统，上述多个光传输系统中的二个具有监视光信号传输单元，其中一个监视光信号传输单元作为工作系统，另一个作为保护系统，一个监视光传输单元将监视信号传输到光传输分系统。

30 根据本发明，上述目的可以通过提供一种传输主光信号的光传输系统来实现。该光传输系统包括：具有传输监视光信号的第 1 监视光信号传输单元的第 1 光传输分系统；具有传输所述监视光信号的第 2 光监视信号传输单元的第 2 光传输分系统；对主光信号进行线路再生



的线路再生中继装置；和在第 1 和第 2 光监视信号传输单元间的传输监视光信号的扩展光纤，其中，所述第 1 光传输分系统、所述中继再生装置、和所述第 2 光传输分系统串联连接，用于传输主光信号。

5 根据本发明，上述目的可以通过提供监视传输多个主光信号的光传输系统的方法来实现。其中，所述系统具有传输所述主光信号之一的并列连接的多个光传输分系统；所述多个光传输分系统中的 2 个具有监视光信号单元；所述监视光传输单元之一作为工作系统使用，另一个作为保护系统使用，所述方法包括以下步骤：监视光传输分系统；将包括光传输系统的信息的监视信号与主信号之一进行复用成复用光；并传输该复用光。

如上所述，根据本发明，上述目的可以通过提供监视光传输系统的方法来实现，其中，所述监视信号具有一个帧格式。

如上所述，根据本发明，光传输系统在串联和并列状态下工作，可以有效地对该光传输系统进行监视。

15 因此，可以降低所述光传输系统的成本，改善其监视的方法。

图 1A 是表示使用波分复用/解复用装置传输多种波长光信号的光传输系统的结构。该系统是在一条光纤内传输上下各 4 种波长的各 4 个光信号。

20 图 1B 是表示使用波分复用/解复用装置传输多种波长光信号的光传输系统的结构。该系统是在一条光纤内传输上下各 8 种波长的光信号。

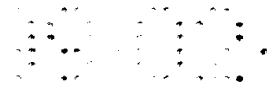
图 1C 是表示使用波分复用/解复用装置传输多种波长光信号的光传输系统的结构。该系统是这样构成：在每个信号传输方向上（上和下）使用专用的光纤，与此相应，将要插入光纤的光中继器是单向传输。

图 2 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视方法的说明图；

图 3 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视方法的另一个说明图；

30 图 4 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视方法的另一个说明图；

图 5 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视



方法的另一个说明图;

图 6 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视方法的另一个说明图;

图 7 是表示一个系统时的光传输系统的结构例的简要框图;

5 图 8 是表示将两个系统并联设置的并联光传输系统的结构例的简要框图;

图 9A 说明监视光 (OSC) 的功能分割的方法的说明图, 表示按西和东的方向分割成功能单元的形式。

10 图 9B 说明监视光 (OSC) 的功能分割的方法的说明图, 表示按从西向东和从东向西的方向分割成功能单元的形式。

图 9C 说明监视光 (OSC) 的功能分割的方法的说明图, 表示将功能分割为全部是独立的功能单元的形式。

图 9D 说明监视光 (OSC) 的功能分割的方法的说明图, 表示将功能分割为一个交换单元的形式。

15 图 10 是表示本发明的第一实施例的光传输系统的结构的框图;

图 11 是表示本发明的第二实施例的光传输系统的结构的框图;

图 12 是表示本发明的第三实施例的光传输系统的结构的框图;

图 13 是表示本发明的第四实施例的光传输系统的结构的框图;

图 14 是表示终端 ET 的结构例的框图;

20 图 15 是表示光中继器 LA 的结构例的框图;

图 16 是表示终端 ET 的另一结构例的框图;

图 17 是表示光中继器 LA 的另一结构例的框图;

图 18 是表示将中继用光纤分别设置在上下方向时 ET 的结构例的框图;

25 图 19 是表示将中继用光纤分别设置在上下方向时 LA 的结构例的框图;

图 20 是说明利用 ET 的光放大器的监视器输出信号调节从多个终端装置发送的光信号的光功率的控制方法的说明图;

30 图 21 是说明利用 LA 的光放大器的监视器输出信号调节从多个终端装置发送的光信号的光功率的控制方法的说明图;

图 22 是说明设置在多个终端装置和光复用器之间的光强度调节器的控制方法的说明图;



图 23 是对终端装置的输出、光强度调节器的输出、以及光复用器的输出进行比较用的说明图；

图 24 是表示加入了装置之间的信息传输功能的 OC-3 的额外开销部分的图；

5 图 25 是说明 AIS 字节的位分配的说明图。

首先，说明用波分复用/解复用装置 (WDM: Wavelength division Multiplexing/demultiplexing equipment) 进行波分复用光信号的传输的光传输系统及其监视 (Surveillance) 方法的基本概念。

10 图 1A 至 1C 是表示使用波分复用/解复用系统进行波分复用光信号的传输的光传输系统的各种结构图，图 2~图 6 是说明使用监视光将包含故障场所的故障信息送给终端的监视方法的说明图。在图 1~图 6 中，符号 ET 是终端，符号 LA 是作为光中继器的线路放大器数字 22、23、25、26 是光中继器 (LA: Line Amplifier)，21、24 是波分复用解复用装置，27 是 OSC 终端部。

15 光传输系统随着光信号的复用度 (Number of multiplexing)、光纤内的光信号的传输方向的处理方法等的不同而有几种不同形式的系统。

图 1A 所示的系统是在一条光纤内传输上下各 4 种波长的光信号的系统。而且，该系统由终端 (ETS)、将两个 ET 互相连接起来的光纤、以及
20 在光纤的中途插入的一个或多个双向光中继器 (Bi-directional LA) 构成，上述终端 (ET) 备有的将来自多个终端装置 (Line Terminal Equipment) (未图示) 的波长 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ($\lambda_1' \sim \lambda_4'$) 的发送光信号复用、并将来自线路光纤的波长 $\lambda_1' \sim \lambda_4'$ ($\lambda_1 \sim \lambda_4$) 的接收光信号分离后送给终端装置的波分复用/解复用装置 (DWDM)。一般情况下，一个波长的光
25 信号能传输 10Gbit/s 的信号，所以图 1A 所示的系统最多能双向传输 40Gbit/s 的信号。另外，图中的符号 ET8B 代表波长种类为 8 种的双向光中继器。另外，LA8B 也一样。

图 1B 所示的系统是在一条光纤内传输上下各 8 种波长的光信号的系统。该系统除了所使用的光信号为波长 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ 、 $\lambda_1' \sim \lambda_8'$ 这一点以外，
30 与图 1A 所示的系统在结构上相同。而且，该系统最多能双向传输 80Gbit/s 的信号。

图 1C 所示的系统是这样构成的：在每个信号传送方向上 (上和下)



使用专用的光纤，相应地将要插入光纤的光中继器是单向传输。该例的系统由于使用 16 种波长的光信号，所以最多能双向传输 160Gbit/s 的信号。另外，图中的 ET16U 意味着波长种类为 16 种的单向光中继器。另外，LA16U 也一样。

5 其次，利用图 2~图 6 说明用监视光信号将包含故障场所信息的故障信息传输给终端内的 WDM 的方法。

在图 2 中，通常 OSC 信号是具有与主光信号波长不同的传输监视信息等时使用的光信号，与主信号一起进行波分复用传输。可是，主信号在 LA22、23 中被光放大器直接放大，与此不同，监视光信号在 LA22、
10 23 的入口与主光信号分离后，在图 4 所示的 OSC 终端部 27 中进行光/电变换。被变换成电信号的监视电信号将监视信息送给图中未示出的监视信息控制部后，附加上 LA22、23 的监视信息，在 OSC 终端部 27 中进行电/光变换。被变换成光信号的监视光信号在 LA22、23 的出口再次与主光信号复用。另外，上述的 OSC 终端部的结构是后文所述的图 9B 所示的
15 结构，但即使是图 9A、图 9C 或图 9D 所示的结构也没关系。

在插入中继用光纤的中途的各 LA22、23 定义识别装置用的 ID。为了简单，分配 ID 编号。在图 2 中，现在假定在 WDM21 和 LA22 之间的光纤发生了断开的障碍。于是，ID=2 的 LA22 检测输入端传输线路的断开（无光信号：LOS: Loss of signal）。该 LA22 当然由于不能发送光
20 信号，所以进行特意将输出电平断开（Shutdown）的控制。LA23 同样检测 LOS，进行关断控制。因此，在 DWDM24 中能检测 LOS。

同时，LA22 使在 OSC 上定义的 WDM-AIS 信息（Wavelength division Multiplexed-Alarm Indication signal）呈 AIS 发生状态，同时作为 ID 信号附加 ID=2 后传输给下游。

25 即，该例利用在输入端的传输线路呈断开的状态下，OSC 输入当然同时被阻断，但输出的 OSC 可以传输。最后上述的信息被传递到下游的 WDM24，在下游（down stream）的 WDM24 中能确定传输线路出现故障的场所。

图 3 所示的例除了图 2 所示的例中的情况以外，还将故障信息作为
30 WDM-RDI（Remote Defect Indication）信息向相反的方向传输，将故障通知位于相反方向的上游侧的 WDM21。因此上游侧的 WDM21 能检测自己输出的信号不能向相反一侧传输，另外，还能检测出现故障的场所。



通常，传输信号若双向传输成立则为正常，只能单向传输并不意味正常，所以利用这一点，信号的导通或阻塞等各种应用工作成为可能。该例在图 1C 所示的分别设置上下光纤的单向光中继器的情况下特别有效。

5 在图 3 中，接收 WDM-AIS、以及故障位置信息（ID 信息）的下游侧的 WDM24 使用朝向相反方向的 OSC，传输 WDM-RDI 和故障位置信息。因此相反一侧的 WDM21 能检测在自己发送一侧发生了异常情况、以及该故障位置。

10 图 4 是说明作为构成光传输系统的装置的 LA22 中的 OSC 终端部 27 的说明图。OSC 信号通常是低速的光信号，用该低速的光信号与 WDM 连接。而且如上所述，OSC 作为监视光传输系统的信号非常重要，如果 OSC 本身出现故障，则存在引起监视系统的错误工作的可能性。例如，用图 2、图 3 说明过的例就是在与主信号进行了波分复用的光纤部分（图 4 中的 A 点）发生了故障时的例。可是，在仅 OSC 信号被阻断的情况下，必须考虑例如 OSC 终端部 27 的故障或图 4 中的 B 点处断开。

15 图 5 是表示图 4 中的 B 点断开时的工作情况。在 B 点断开的情况下，由 OSC 终端部 27 检测该 B 点的断开。OSC 终端部 27 不是将在 OSC 上定义的 WDM-AIS，而是将 OSC-AIS 信息及故障位置信息传输给下游。这些信息被传递到下游，最后由 WDM24 检测，该 WDM24 能测得 OSC 信号在与反向的 WDM21 之间被阻断，且能特定该故障的场所。另外，在该工作中与 WDM-AIS 的情况相同，定义朝向相反方向的 OSC-RDI。其用途与 WDM-RDI 相同。

其次，参照图 6 说明由 WDM-AIS 和上述的 OSC-AIS 产生的故障信息的传输的综合工作情况。

25 在图 6 中，现在假定发生了由光纤产生的在传输线路的 A 点光纤断开的故障。由于无光信号（LOS），检测到该故障的 LA22 为了同时检测 OSC 断，所以同时传输 WDM-AIS、OSC-AIS。最后由下游的 WDM24 检测它们，并进行综合判断。即，当在同一场所检测到 WDM-AIS、OSC-AIS 时，WDM24 便断定是光纤的故障，在只检测到 OSC-AIS 的情况下，能断定只是 OSC 关联部分的故障。

30 以上简要地说明了在光传输系统中，使监视光（OSC）复用，进行系统全体的监视。通常，这些光传输分系统多半是并联设置 N 列系统。在此情况下不需要设置许多 OSC。就是说，利用多个并联分系统，能减少



OSC 的数量。另外，在由于传输线路发生故障而造成一个 OSC 断开的情况下，能利用其它的 OSC 的线路保护监视网络。

图 7 是表示一个系统时的光传输系统的结构例的简要框图，图 8 是表示将两个分系统并联设置的并联光传输系统的结构例的简要框图，图 9 是说明 OSC 的功能分割的方法的说明图，以下分别说明这些图。在图 7、8、和 9A-9D 中，21'、24' 是 WDM；22'、23'、25'、26' 是 LA；28-33、40-46 是 OSC 终端部；34-39 是选择器 (SEL)，其它符号与图 2-图 6 的情况相同。

图 7 所示的例是只设置一个系统作为光传输系统，这时 OSC 也只设置一个系统，不对该 OSC 系统设置备用系统。而且 OSC 终端部 28 设置在 WDM21 的输入输出部，OSC 终端部 29、30 设置在 LA22、26 的输入输出部，OSC 终端部 31、32 设置在 LA23、25 的输入输出部，OSC 终端部 33 设置在 WDM24 的输入输出部。利用该结构，OSC 能被复用在 WDM、LA 之间、以及 LA、LA 之间的各对上的主光信号上传输。OSC 终端部 28-33 的主要功能是提供被称为 DCC (Data Communication Channel) 的数据通信线路 (用于各装置之间的监视信息的传输等)、以及被称为 OW (Order Wire) 的协商用的电话线路等。

在图 8 所示的由两个光传输分系统构成的并联系统的情况下，主信号供给两个独立的分系统，对于 OSC，设置 OSC 工作线路 (Working Line) 及后备用的 OSC 保护线路 (Protection Line)。而且，由于 OSC 的切换功能，在各装置中可以设置选择功能。图 8 所示的例给出了最一般的选择功能，用配对编号将各选择电路表示为 SEL 1-Ea 等。

在图 7、图 8 中对 OSC 终端部进行分割，以便在每对中传输，但 OSC 部的功能分割方法如图 9 所示，可以考虑采用将其功能分割为以印刷电路板组件为单元的方法。而且，对应于该分割方法，确定图 8 所示的选择电路的控制方法为最佳方法。这是因为印刷电路板组件 (Printed Circuit Board Package) 这样的单元在出现故障时与更换单元相对应。

在说明分割 OSC 功能的图 9A-9D 中，图 9A 所示的例是按 West/East (西/东) 分割的形式，图 9B 所示的例是按 West to East/East to West (从西到东/从东到西) 这样的方向分割的形式，图 9C 所示的例是全部独立的形式，图 9D 所示的例是将全部作为一个更换单元的形式。这



些形式都根据 OSC 部的电路规模等条件、或将组件抽出时的工作条件等来决定。

对应于图 9A-9D 所示的结构,确定图 8 所示的各装置各自的选择工作方法。将其称为切换方式 (Protection Mode), 有适合于图 9A 所示结构的配对不同的双向切换方式; 适合于图 9B 所示结构的全部配对单向切换方式; 适合于图 9C 所示结构的配对不同的单向切换方式; 适合于图 9D 所示结构的全部配对双向切换方式。

例如, 适合于图 9A 所示的 OSC 呈 West/East 不同结构时的配对不同的双向切换方式是使各配对中的切换分别独立的方式。但在各配对中这样工作: 与相对的 OSC 的选择的同时切换 Working /Protection 工作/保护。在此情况下, 相对的装置在检测到任何一条传输线路出现故障时, 需要通过配对与相对的一侧联系进行切换, 将为此使用的通信信道定义在 OSC 上。

作为该定义, 例如作为故障电平定义为以下两种,

SF: Signal Failure (信号断: 传输线路断、或帧同步偏移)

SD: Signal Degrade (信号劣化: 错误率劣化)

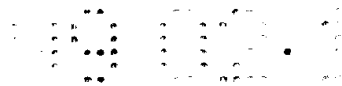
而且, 通过配对相对的装置将自己检测的警报 (SF、SD、Working /Protection 的不同) 通知相对的一侧。各装置通过将相对一侧的警报和自己检测的警报这两者进行比较, 判断选择系统, 切换 Working /Protection (工作/保护)。而且, 在检测到 OSC-SF、OSC-SD 的情况下, 通过将 OSC-SF-RDI、OSC-SD-RDI 送回配对的相对一侧, 进行向上述的相对一侧的通知。

以上说明了配对不同的切换情况, 但在全部配对切换的情况下, 不需要进行配对不同的这样的信息的收发。代替它的方法是: 对全部配对都定义 OSC-SF、SD 等, 在 WDM 相向时使用。例如, 在全部配对双向切换方式的情况下, DWDM 用与上述同样的判断方法判断选择系统, 通过将选择信息传输给 LA, 进行全部装置的同时切换。

上述的 OSC 作为其帧结构, 能采用 SONET OC-N、例如 SONET OC-3 (155.52Mb/s) 的帧格式。

采用该帧格式的优点在于能获得:

(1) 作为用 OSC 进行通信的信息, 有 DCC (Data Communication Channel)、OW (Order Wire) 等, 但由于采用 SONET 的帧结构, 所以



能直接使用由 SONET 开发的 LSI 或额外开销处理电路结构等。

(2) 能谋求电路结构的通用, 监视系统的结构等也能借用几乎相同的结构。

5 (3) 将来即使过渡到 156Mb/s, 也能确保足够的通信容量, 所以容易扩展功能等。

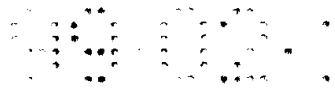
(4) 在包含 SONET 装置扩大 OSC 的监视光网络时, 特别是在 SONET 一侧装置中, 能容易地收容已经开发的 OC-3 用的组件, 能确保匹配性。

通常, SONET 装置之间采用使用 DCC 的监视网络, 但在将 WDM 网络与其统一起来的情况下, 以波分复用形式将 OSC 连接在 WDM 和 SONET 装置之间。在此情况下, 与以往一样, 可以将仅仅波长不同的 OC-3Card
10 安装在 SONET 装置中, 容易用该 DCC 连接。

用图 24、图 25 说明本发明实施形态的监视方法的实施例。图 24 表示具有装置之间的信息传输功能的 OC-3 的额外开销部分。这里, A1 字节等 1 个字符的字母和数字的组合是用 SONET、SDH 等规协议定义的同步用等的字节。在本发明中用额外开销部的空字节传输终端之间的传输信息、以及全部装置之间的传输信息。在终端之间的传输信息中, 除了用协议定义的使用 D4-D12 字节的 Line DCC 以外, 还设有 SCI (装置结构信息传输功能 System Configuration Indicator); CDI (LOS 检测功能 Channel Down Indicator); ET1、2 (备用)。另外, 在全
20 部装置之间的传输信息中, 除了用协议定义的使用 D4-D12 字节的 Line DCC 以外, 还设有 AIS (线路障碍传输功能); AOW1、2 (Analogu OW、2 channels); DOW1、2 (Digital OW、2 channels); WAID (WDM AIS 生成 ID); OAID (OSC AIS 生成 ID); WEF (WDM Far End Receive Error); OFE (OSC Far End Receive Error); SCCI 1-3 (监视
25 控制信息传输功能 Supervisory Control Channel); LA1、2 (备用)。

图 25 表示具体的 AIS 字节的位分配方法。用高位的 4 位表示 WDM AIS, 用低位的 4 位表示 OSC AIS, 各自的“0000”表示正常状态, “1010”表示 AIS 发生状态。检测障碍的装置根据障碍的状况, 对 WDM AIS、OSC AIS 进行分配, 发送给下游装置。

30 图 10 是表示本发明的另一实施例的光传输系统的结构的框图。在图 10 中, 50、50' 是终端装置 (LTE), 52、53 是终端 (ET), 54、55 是双向光中继器 (LA), 56-59 是监视控制部, 60-63 是双向光放大器,



64、65 是波分复用/解复用装置 (WDM)。

图 10 所示的本发明实施例的光传输系统是结构最小的系统，它备有：ET52、53；将 ET52、53 互相连接起来的光纤；以及插入光纤中途的一个或多个 LA54、55，上述 ET52、53 分别备有对来自多个 LTE50、50' 的多种波长的发送光信号进行波分复用化处理，对来自中继用光纤的接收光信号进行分离后发送给 LTE50'、50 的 WDM64、65 及双向光中继器 60、63。该结构与用图 1A、图 1B 说明过的结构相同。

而且，在图 10 所示的系统中，监视控制部 56、59、57、58 被分别设置在 ET52、53 及 LA54、55 中。这些监视控制部 56~59 是用图 5~图 9 说明过的 OSC 终端部和控制电路汇总而成的。但图 10 所示的例由于双向传输主信号，所以在监视控制部相互之间进行收发送的 OSC 使用不同波长的光信号进行双向传输。

在图 10 中，来自多个 LTE50 的分别具有不同波长的光信号由 ET52 内的 WDM64 进行波分复用处理后，由双向光放大器 60 将其放大到规定的输出电平，然后送给中继用光纤。在中继用光纤内传输的波分复用后的光信号由中途插入的 LA54、55 在光纤内进行衰减补偿后被 ET53 接收。被 ET53 接收的光信号由 ET53 内的双向光放大器 63 其放大到规定的电平后，由 WDM65 进行波长分离，然后输出给多个 LTE50'。同样，来自多个 LTE50' 的光信号沿与上述相反的路径通过同一光纤，被传输给多个 LTE50。在上述沿两个方向传输使用的光的波长彼此不同。

各监视控制部 56~59 用来监视系统内的机器的故障、光纤断开的障碍等，在构成系统的装置之间互相收发监视用光信号 OSC。而且，各监视控制部 56~59 将所接收的 OSC 内的信号暂时变换成电信号，经各种接口取入，同时具有将应发送的信号载于 OSC 上，发送给相邻一侧的装置的功能。

在各监视控制部 56~59 中作为公用的接口设置了：对设置该装置的底板输入输出警报的内务处理功能 HK (House Keeping)、维修者用的模拟电话线路 OW (Order Wire)、与其它装置之间用数字信号进行联系用的 SC (Service Channel)、以及对个人计算机等进行系统状况的输入输出的 CI (Craft Interface)。另外，在设于 ET52 的监视控制部 56，设有监视全体系统的操作人员用的接口 TL1 (!)。

在图 10 所示的例中，为了简单起见，将通过 OSC 的线路和通过主信



号的光纤单独画出，但实际上 OSC 也是在通过主信号的光纤内被进行波分复用处理的。

而且，在设置了各监视控制装置的装置中，监视用的 OSC 被从主信号分离或被复用在主信号上。另外，图 10 所示的系统作为终端装置最多能设置 16 (8×2) 台。

图 11 是表示本发明的另一实施例的光传输系统的结构的框图。在图 11 中，52'、53' 是 ET，54'、55' 是 LA，56'~59' 是监视控制装置，51 是再生中继装置 (LRE: Line Regenerator Equipment)，65 是扩展用监视信号线 (EOB: Enhanced OSC BUS)，其它符号与图 10 的情况相同。

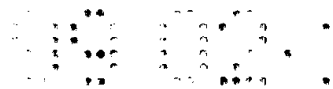
图 10 所示的系统不将作为主信号的光信号转换成电信号，而是使用宽频带的光放大器进行中继，在用两台 LA 构成由三对光纤构成的传输线路的情况下，也不能使实际的传输距离达到 270km 以上。

图 11 所示的本发明的第二实施例则能使传输距离达到更远，它是将用图 10 说明的系统通过 LRE51 串联连接两个系统构成的。通过这样构成，能进行远达 540km 的传输。连接两个系统的 LRE51 具有将波分复用的全部光信号暂时解调成电信号，在电信号的状态下进行信号劣化等的补偿后将其载于光信号上的功能。

在上述的图 11 所示的结构中，ET53、53' 和 LRE51 被设置在同一局内的同一场所。而且，图 11 所示的实施例必须将该实施例的全体分系统作为一个系统进行管理，由只传输 OSC 的 EOB65 被设置在 ET53、53' 的监视控制装置 59、59' 之间。因此，即使在该实施例中，也能通过该 EOB65 监视构成图 11 所示的系统的全体装置。

图 12 是表示本发明的另一实施例的光传输系统的结构的框图。该实施例是将四个图 10 所示的系统并联设置构成的。因此，每个分系统 1、2、3 和 4 的结构与图 10 的情况完全相同，所以构成各个系统的各个装置标以与图 10 的情况相同的符号。但为了简单起见，现在将 ET 的符号 52 作为分系统 1、2、3 和 4 的波分复用装置和双向光放大器部分的符号用。同样，除了监视控制部以外，将符号 53~55 作为各个传输装置部分的符号来表示。

而且，在该实施例中具有特征的结构在于：将 1 号系统中的监视控制装置 56~59 及在它们之间进行收发送的 OSC 作为现在工作系统，将 2



号系统中的监视控制装置 56~59 及在它们之间进行收发送的 OSC 作为备用系统用，用这两个系统监视全部四个系统。为此，在 1 号、2 号系统中的传输装置 52、53 中设置的监视控制装置 56、57 之间设置了称为 IOB (Intra site OSC BUS) 的光纤，另外，在构成各系统的装置各自的监视控制装置 56~59 之间设置了称为 ISB (Intra site BUS) 的电气连接线路。另外，为了简单起见，省略了 LA 的 IOB。

在如上构成的系统中，在 1 号系统中设置的现在工作系统的监视控制系统正常工作的情况下，2 号~4 号系统中设置的监视控制装置 56~59 通过 ISB 用电信号将自己系统中的故障等的监视结果报告给现在工作系统的对应的装置，由现在工作系统的监视控制系统进行这些监视信息在主信号方向的传输。另外，在 1 号系统中设置的现在工作系统的监视控制系统由于故障等原因而不能工作的情况下，2 号系统中设置的备用系统的监视控制系统用 IOB 代替现在工作系统，继续进行监视工作。另外现在工作系统及备用系统中使用的 OSC 的波长在每个方向都相同。

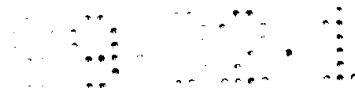
上述的实施例中作为监视控制系统具有现在工作及备用的两个分系统，所以能提高全体系统的可靠性，另外，由于各系统中不需要准备形式完整的监视控制系统，所以能谋求降低成本。

上述的实施例是将四个分系统并联连接构成的，从而增大了信号的总传输容量，但该实施例也可以将两个或三个分系统并联构成，还可以将更多的分系统并联构成。

图 13 是表示本发明的另一实施例的光传输系统的结构的框图。该实施例是将图 11 所示的四个系统并联设置构成的。因此，1 号~4 号所示的各分系统的结构与图 11 的情况完全相同，所以构成各个系统的各个装置标以与图 11 的情况相同的符号。但为了简单起见，除了监视控制部以外，将符号 52~55 作为各个传输装置部分的符号来表示。

图 13 所示的实施例与用图 11 说明过的实施例一样，是能使传输距离更远的系统，由对应于图 10 的系统的 8 个分系统构成，其中 4 对并列连接，每一对为串联连接。由于这样构成，所以能进行远达 540km 的传输。而且，只在现在工作分系统及备用分系统 1 和 2 的监视控制装置 59、59' 之间设置 EOB65。

如上所述构成的实施例具有用图 11 及图 12 说明的两个实施例的效果。另外，该实施例与用图 12 说明的相同，也可以将两个或三个分系统



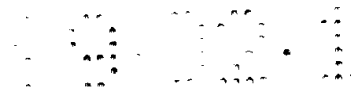
并联构成，还可以将更多的分系统并联构成。

其次，说明如上构成的本发明的实施例的系统中的 ET 及 LA 的各种结构例。

图 14 是表示 ET 的结构例的框图。该 ET 的结构例是沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别使用 4 个信道、即 8 个波长的光信号的 ET 的结构。在图 14 中，71 是波分复用器，72 是波分解复用器，73、77 是传输特性补偿器，74 是发射光放大器 (Transmitting Optical Amplifier)，75 是接收光放大器 (Receiving Optical Amplifier)，76 是波长复用 / 解复用器 (Wavelength Demultiplexer/Multiplexer)，78 是 OSC 终端部，79 是电源装置。另外，图中用粗线包围的部分分别是实际的装置内作为一个印刷电路板组件 (Printed Circuit Board Package) 构成的部分，在以后说明的其它例中也一样。另外，图中拉出所示的符号表示在该位置进行监视的信号名称。总之，为了将图表示得简单，虽然进行了省略，但在各监视点可以设置温度测定元件、分支耦合器和监视器用 PD (Photo Diode)。这在以下的附图中也一样。

波分复用器 71 将通过作为 CH1 ~ CH4 所示的输入端从 4 台 LTE 发送的波长不同的光信号复用起来，输出给传输特性补偿器 73。该波分复用器 71 具有调整被输入的各种波长的光信号的功率使之平衡的功能。传输特性补偿器 73 由补偿中继用光纤的传输特性的称为 DCF (Dispersion Compensation Fiber) 的光纤构成。该光纤是一种具有与中继用光纤的分散特性相反的编码分散特性的光纤。但是，传输特性补偿器即使是布喇格光栅 (Bragg Grating) 等其它分散补偿器也没关系。另外，即使是其它传输特性补偿器也没关系。另外，如后文详细说明用的图 22 所示，由于在 LTE 和波分复用器 712 之间有 10: 1 光耦合器 713 和输入监视器 714，所以 ET 能自动检测未使用或者有发生了故障的 LTE，能通过 OSC 将该波分复用数信息通知全体传输系统。

从传输特性补偿器 73 输出的光信号由发送光放大器 74 放大成规定的电平后，通过波长复用 / 解复用器 76 输出给中继用光纤，发送给后级的 LA。这时，发送光放大器 74 利用由输入监视器检测的波分复用数信息，进行与光信号复用数对应的增益的自动控制，使每个光信号的光电平一定。波长复用 / 解复用器 76 具有将来自发送光放大器 74 的发送光信



号和监视光合成后输出给中继用光纤的功能、以及将来自中继用光纤的接收光信号和监视光分离的功能。

由波长复用/解复用器 76 分离后的接收光信号通过用两级光放大器构成的接收光放大器 75 送给波分解复用器 72，分离成每个 LTE 的波长的光信号，发送给 LTE。在接收光放大器 75 的两级的光放大器之间连接着传输特性补偿器 77，利用中继用光纤的特性补偿变动的接收光信号的特性。

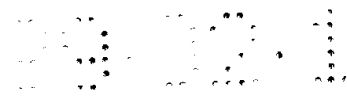
另一方面，OSC 终端部 78 备有光接收、光/电变换器、光发送器、电/光变换器等，将来自监视控制部 56 的监视信息载于监视光上送给波长复用/解复用器 76，再发送给 LA。另外，虽然用波长复用/解复用器 76 从 LA 一侧将监视光分离，但 OSC 收发器 78 接收分离后的监视光，并将含有的监视信息作为电信号输出给监视控制部 56。

监视控制部 56 和收容前面说明的各功能部的组件之间用称为 ACF 总线的控制线进行导电性连接，监视控制部 56 进行组件内的各监视点的光信号电平等的监视，进行输入输出信道中的光信号的功率电平的控制。另外，通过 OSC 在任意一端都能遥控监视各光放大器、波分复用器、波分解复用器、以及波长复用/解复用器的输入侧·输出侧的光功率、激励各光放大器用的激光二极管的驱动电流、激励光功率、以及元件温度。

上述的监视控制部和收容各功能部的组件之间的接口及拉出表示的符号在后文说明的其它图的情况下也一样。另外，电源装置 79 供给具有使上述各功能部工作所需要的电压的各种电能。在后文说明的其它装置中的电源也一样。

图 15 是表示 LA 的结构例的框图。该 LA 的结构例是沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别使用 4 个信道、即 8 个波长的光信号的 LA 的结构例。在图 15 中，81、82 是波分复用/解复用器，83、84 是光放大器，85、86 是传输特性补偿器，87、88 是 OSC 终端部，89 是电源装置。

在图 15 中，波分复用/解复用器 81、82 具有与用图 14 说明的波长复用/解复用器 76 相同的功能。而且，波分复用/解复用器 81 将来自图中表示为西 (West) 的一侧的中继用光纤的光信号分离后输出给光放大器 83。光放大器 83 与利用图 14 说明的接收光放大器 75 一样，由两级光放大器构成，其间连接着传输特性补偿器 85。因此，该由光放大器 83 和传输特性补偿器 85 形成的结构具有与图 14 中的由接收光放大器 75



和传输特性补偿器 77 形成的结构相同的功能, 即能补偿中继用光纤的传输特性。补偿了传输特性的光信号通过波分复用/解复用器 82 输出给东 (East) 一侧的光纤。

与上述情况相同, 波分复用/解复用器 82 将来自图中表示为东 (East) 的一侧的中继用光纤的光信号分离后输出给光放大器 84。光放大器 84 与光放大器 83 一样, 由两级光放大器构成, 其间连接着传输特性补偿器 86, 所以能补偿中继用光纤的传输特性, 能通过波分复用/解复用器 81 将来自东 (East) 一侧的光信号输出给西 (West) 一侧的光纤。另外, 光放大器 83、84 利用从上游传送来的监视光中含有的光信号复用数 (波分复用数) 信息, 进行与光信号复用数对应的增益的自动控制, 使每个光信号的光电平一定。

图 15 所示的 LA 由于备有上述的结构, 所以能沿双向放大光信号, 而且能补偿中继用光纤的传输特性并进行中继。

OSC 终端部 87、88 具有与用图 14 说明的 OSC 终端部 78 同样的功能, OSC 终端部 87 进行与西 (West) 一侧的光纤之间的光信号的接收与发送, OSC 终端部 88 进行与东 (East) 一侧的光纤之间的光信号的接收与发送。

图 16 是表示 ET 的另一结构例的框图。该 ET 的结构例是沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别使用 8 个光信号的信道、即 16 个波长的光信号的 ET 的结构例。在图 16 中, 70 是激励光源, 71' 是波分复用器, 72' 是波分解复用器, 其它符号与图 14 的情况相同。

图 16 所示的 ET 具有基本上与用图 14 说明的 ET 同样的结构。而且该例在下述方面与用图 14 说明的 ET 的结构有很大不同: 由于沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别使用 8 个信道的光信号, 所以增加了波分复用器 71' 和波分解复用器 72', 在波分复用器 71 内对来自波分复用器 71' 的波分复用的光信号再次复用在被波分复用器 71 进行过波分复用的光信号上, 以及在波分解复用器 72 内将送给本分离器的波分复用光信号和送给波分解复用器 72' 的波分复用光信号分离开。

另外, 该 ET 沿东 (East) 方向、西 (West) 方向各 8 个信道, 即必须将 8 个不同波长的光信号复用在一起后载于光纤中, 这时由于所需要的光功率是使每个波长的光功率相同的 4 个波长复用时的一倍, 所以从激励光源 70 将激励用的光供给发送光放大器 74 及接收光放大器 75, 使各放大器 74、75 的光输出功率的电平增大。

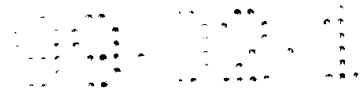


图 16 所示的 ET 的结构及工作情况除了上述的以外, 与用图 14 说明的 ET 完全相同。因此, 这里将除此以外的说明省略。

图 17 是表示 LA 的另一结构例的框图。该 LA 的结构例是沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别使用 8 个信道、即 16 个波长的光信号 5 的 LA 的结构例。在图 17 中, 80 是激励光源, 其它符号与图 15 的情况相同。

图 17 所示的 LA 除了从另外的组件向光放大器 83、84 供给激励光源 80 这一点以外, 其它结构与用图 15 说明的 LA 完全相同。该 LA 沿东 (East) 方向、西 (West) 方向各 8 个信道, 即必须将 8 个不同波长的 10 光信号复用在一起后传送给光纤, 且用光放大器 83、84 对上述传送给光纤的光信号进行放大和中继, 所以与用图 16 说明的 ET 的情况完全相同。从激励光源 80 将激励用的光供给光放大器 83、84, 使各放大器 83、84 的光输出功率电平增大。

用图 14~图 17 说明的 ET、LA 的例是在一条中继用光纤内双向传输 15 光复用信号的情况的例, 其次, 说明将中继用光纤沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别设置, 传输将 16 种波长复用在各光纤内的光信号时的 ET、LA 的例。

图 18 是表示将中继用光纤沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别设置时的 ET 的结构例的框图。在图 18 中, 70' 是激励光源, 91 是波 20 分复用器, 92 是波分解复用器, 93、94 是波分复用/解复用器, 其它符号与图 16 的情况相同。

图 18 所示的 ET 的结构例是备有与沿东 (East) 方向、西 (West) 方向分别设置中继用光纤相对应的结构例, 其基本结构与用图 16 说明的 ET 的结构相同。即在图 18 中, 通过设置在输入接口部的图中未示出的 25 输入监视器, 由对 16 种波长进行复用的波分复用器 91 将来自图中未示出的终端装置的 16 种波长的光信号复用起来。这时, ET 能自动检测未使用或者有发生了故障的 LTE, 能通过 OSC 将该波分复用数信息通知全体传输系统。波分复用器 91 的输出光通过传输特性补偿器 73 被输入发送光放大器 74 中。该发送光放大器 74 增加了激励光源 70, 控制其输出的 30 光功率为规定的大小。详细地说, 发射光放大器 74 利用由输入监视器检测的光信号复用数 (波分复用数) 信息, 进行与光信号复用数对应的增益的自动控制, 使每个光信号的光电平一定。由波分复用/解复用器



93 将来自发送光放大器 74 的光输出和来自 OSC 收发器 78 的监视光复用后传输给发送侧的中继用光纤。

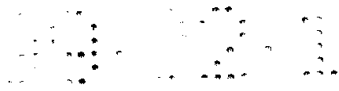
另一方面，来自接收侧的中继用光纤的光信号由波分复用/解复用器 94 将监视光分离，该监视光被输入 OSC 收发器 78。复用着 16 种波长的主信号由传输特性补偿器 77 进行传输特性的补偿，而且从激励光源 70' 输出的光通过控制该输出光的接收光放大器 75 而被输入波分解复用器 92。波分解复用器 92 将复用着的光信号分离成 16 种波长的光信号，通过输出接口发送给图中未示出的终端装置。这里，接收光放大器 75 利用从上游传送来的监视光中含有的光信号复用数（波分复用数）信息，进行与光信号复用数对应的增益的自动控制，使每个光信号的光电平一定。

图 19 是表示将中继用光纤分别设置在东（East）方向、西（West）方向时 LA 的结构例的框图。在图 19 中，95、95'、96、96' 是波分复用/解复用器，97、98 是激励光源，其它符号与图 17 的情况相同。

图 19 所示的 LA 的结构例是备有与沿东（East）方向、西（West）方向分别设置中继用光纤相对应的结构例，其基本结构与用图 17 说明的 LA 的结构相同。即在图 19 中，来自西（West）一侧的光纤的输入光信号由波分复用/解复用器 95 分离出监视光，该监视光被输入 OSC 收发器 78。复用着 16 种波长的主信号由传输特性补偿器 85 进行传输特性的补偿，而且从激励光源 97 输出的光通过控制该输出光的光放大器 83 而被输入波分复用/解复用器 96。这里，光放大器 83 利用从上游传送来的监视光中含有的光信号复用数信息，进行与波分复用数对应的增益的自动控制，使每种波长的光电平一定。波分复用/解复用器 96 将来自 OSC 收发器 88 的监视光复用在来自光放大器 83 的复用光信号上，传输给东（East）一侧的中继用光纤。同样，来自东（East）一侧的中继用光纤的输入光信号通过波长复用/解复用器 95'、光放大器 84、波分复用/解复用器 96' 传输给西（West）一侧的光纤。

用图 14~图 19 说明的 ET 及 LA 通过 ACF 总线，由监视控制部监视构成这些 ET 及 LA 的各功能部中的光信号电平（光功率），另外，能进行光信号电平的调节。首先，说明从多个终端装置发送的多种波长的光信号各自的功率即信道光输入功率的控制方法。

为了进行设备安装时的调节、对安装后随着时间的推移产生的光电



平的劣化进行的补偿等，都需要进行信道光输入功率的调节。在备有波分复用器的 ET 中进行该信道光输入功率的调节。例如如下进行设备安装时的调节。首先，从设置在图 14 所示的发送光放大器 74 的输出侧的光监视点取出监视光，用光谱分析仪等对该监视光进行分析，显示出各种波长的光信号的电平。而且，从连接着监视控制部 56 的控制终端控制波分复用器 71 中备有的光强度调节器，以便使发送光放大器 74 输出的每一信道的各种波长的光信号的功率相平衡，而且使来自发送光放大器 74 的各种波长的光信号的电平呈预定的电平。

因此，能将复用的发送光信号设定成最佳状态。监视控制部 56 在进行上述调节的情况下，将其调节量、设定电平暂时存入每一信道的非易失性存储器等中进行管理，自动地反馈，能随时对发送光源随时间的推移而劣化造成的光电平的下降低进行补偿。因此，作为发送光放大器 74 不管在使用什么样的一组构件的情况下，都总能对各信道独立地维持规定的发送输出功率，能谋求传输品质的均匀性。以下用图 20~图 24 进行说明。

图 20 是说明利用 ET 的光放大器的监视器输出信号调节从多个终端装置发送的光信号的光功率的控制方法的说明图。以下，参照图 20，详细说明从上述多个终端装置发送的多种波长的光信号各自的光功率即信道光输入功率的可变控制方法。

图 20 示出了由调节从图中未示出的终端装置发送的多种波长的信号电平的光调节器 711 和波分复用器 712 构成的波分复用单元 71、传输特性调整部 73、发送光放大器 74、由监视控制部 56 构成的 ET、光谱分析仪 100、以及控制终端 200。这里，将光谱分析仪 100 连接在发送光放大器 74 的监视点 99 上，控制终端 200 连接在监视控制部 56 工艺接口上。另外，用 GP-IB 连接光谱分析仪 100 和控制终端 200。

利用该结构能监视通过了传输特性调整部 73 和发送光放大器 74 后的多种波长的光功率。而且，通过将其结果反馈给波分复用单元 71 的光强度调节器 711，能控制各波长之间无偏差。实际上在传输信号时即使使用并控制该反馈系统也没关系。另外，还可以这样控制，即将测定的结果作为后文所述的光强度调节器 711 的反馈系统的基准电压写入非易失性存储器。这些控制结果，即使在终端装置中设置的发送光源随时间的推移已经劣化、致使光功率电平下降，光强度调节器 711 也能对其进行

补偿。

图 21 是说明利用 LA 的光放大器的监视器输出信号调节从多个终端装置发送的光信号的光功率的控制方法的说明图。图 21 是在图 20 所示的结构中增加由中继光放大器 (Line Optical Amplifier) 83 和监视信息控制部 57 构成的 LA。这里, 为了简单起见, 图中省略了 ET 及 LA 中设置的传输特性补偿部。但, 光谱分析仪 100 连接在中继光放大器 (Line Optical Amplifier) 83 的监视点 99' 上。另外, 控制终端 200 连接在监视控制部 57 的工艺接口上。监视控制部 57 使用 OSC 连接在监视控制部 56 上, 所以能从控制终端 200 控制光调节器 711。

利用该结构能监视通过了 LA 的中继光放大器 (Line Optical Amplifier) 83 后的各波长的光功率。而且, 通过将其结果反馈给波分复用单元 71 的光强度调节器 711, 能控制各波长之间无偏差。与图 20 所示的实施例一样, 也可以经常使用该反馈系统, 还可以控制写入光强度调节器 711 的存储器中。

另外, 可知使用接收光放大器的监视器的输出信号也能控制。另外, 上述的实施例为了方便而假定单向光中继器进行了说明, 但即使是双向传输也能适用, 这是清楚的。

如果采用本实施例, 则能将前面说明的复用的发送光信号控制成最佳状态、即各波长的光功率相平衡, 另外, 能使发送给多个终端装置的各种波长的光信号的功率一致。

该控制能用于系统安装时各控制信道中的光输入信号功率的自动调节、安装时 LC 中的衰减量的设定由维修者参与的调整、系统运行中对构成系统的装置中的光电平的劣化进行补偿用的调整等。

而且, 已经说明过, 从连接着监视控制部的控制用的外部终端控制波分复用器 71 中备有的光强度调节器, 以便发送光放大器 74 输出的各信道的各种波长的光信号的功率相平衡, 以及使来自发送光放大器 74 的各种波长的光信号的电平呈预定的电平。因此, 使用者或现场安装者通过外部终端能容易地设定信道光输入功率。

另外, 如上所述, 通过在系统内保持设定量, 运行后也能自动控制设定的值。即, 即使在卸下了外部终端、测量装置的状态下, ET 也能单独地进行适当的自动调节。

如上所述, 本发明实施例的 ET 能在实际系统中将多种波长的发送信



号功率统一起来一并设定、管理。另外，光强度调节器与一般的衰减器不同，不一定使光衰减才能调节光增益，能有效地维持规定的光输出功率，维持、管理光传输品质。

其次，用图 22 及图 23 说明光强度调节器的结构。这里，图 22 是说明设置在多个终端装置和光复用器之间的光强度调节器的控制方法的说明图。另外，图 23 是对终端装置的输出、光强度调节器的输出、以及光复用器的输出进行比较用的说明图。

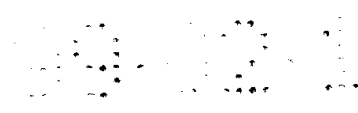
图 22 是更详细地说明用图 20 和图 21 说明的光强度调节器用的图，是记载了图 20 中的 ET 的波分复用单元 71 的一种波长部分的图。来自终端装置的光信号被光耦合器 713 进行分支，一部分光由输入用 PD714 进行监视。大部分光信号被光强度调节器 711 放大、接收后，通过耦合器 715 由波分复用器 712 与其它波长复用。被耦合器 715 分支出来的一部分光信号被 PD716 变成电信号，由差动放大器 717 将其与基准电压 718 进行比较，再由光强度调节器控制部 719 将其反馈给光强度调节器 711。在用图 20 及图 21 说明的实施例中，使该基准电压动态地变化，或者通过将其值写入生成基准电压 718 的存储器中进行控制。另外，上述的光强度调节器 711 也可以考虑小型的光放大器。就是说，控制器 719 控制小型的光放大器的激励功率。可是，由于该光强度调节器不需要大的激励功率，所以价格便宜，也不需要考虑冷却等。

图 23 示出了图 22 中各部分的信号电平图。在波分复用单元的入口能获得终端装置的发送光源的输出电平，能用光强度调节器调节在 10dB 的范围内。如果通过波分复用器，由于其损失而受到 7dB 至 13dB 的损失。

在用衰减器进行信号电平的调节时，在初始设定时必须设定多个衰减量，对传输距离有影响，但本实施例的光强度调节器由于将光放大，所以能从初始设定状态获得长的传输距离。另外，该光强度调节器能有效地维持规定的光输出功率，维持、管理光传输品质。

在以上说明的光传输系统中，为了维持各种波长的信号传输品质，必须将各种波长的发送光信号的功率控制在规定的范围内。因此，上述的光传输系统通过对中继用光纤的输出控制在一定的功率，能抑制在各传输范围发生的光损失的变化，能输出给下一个传输范围。因此上述的波分复用器中的各种波长的光信号电平的调节是重要的。

另外，ET、LA 内设置的传输特性补偿器是补偿中继用光纤中的传输



特性用的，但为了抑制传输特性补偿器内的非线性效应，必须将输入传输特性补偿器的每个信道的光功率抑制在规定值以下，反之，为了抑制由传输特性补偿器中的光损失造成的信噪比的劣化，有必要使输入传输特性补偿器的每个信道的光功率大到某一程度。上述的 ET、LA 通过传输特性补偿器的前级光放大器的放大率的调整能满足该条件。

因此，上述的 ET、LA 能抑制由传输特性补偿器造成的非线性效应，能防止信噪比的劣化，能提高光信号的传输品质。

用图 16~图 19 说明的 ET、LA 将来自激励光源的光供给光放大器，增大光放大器的光输出功率的电平，下面说明其控制方法。

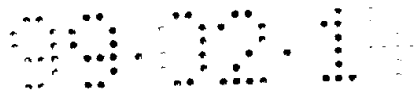
例如在图 18 所示的 ET 中，监视控制部 50 用光输入检测器检测波分复用器 91 的输入接口的各信道的输入光信号的光功率，将在规定的光功率以上的信道识别为发送信道，将在规定的光功率以下的信道识别为非发送信道，计数发送信道，将该计数的数定义为波长数，用该波长数控制来自激励光源 70 的激励用的光功率，供给光放大器 74。因此，能控制光放大器 74 的光输出功率的电平（功率）。该波长数信息被载于监视光上，逐个地传输给下游侧的 LA、LRE 等，能用于这些光放大器的控制。

本实施例的光传输系统计数波长数。因为没有必要从光信号发射器知道光信号传输器是否在工作，所以光传输系统独立于光信号发射器的类型。

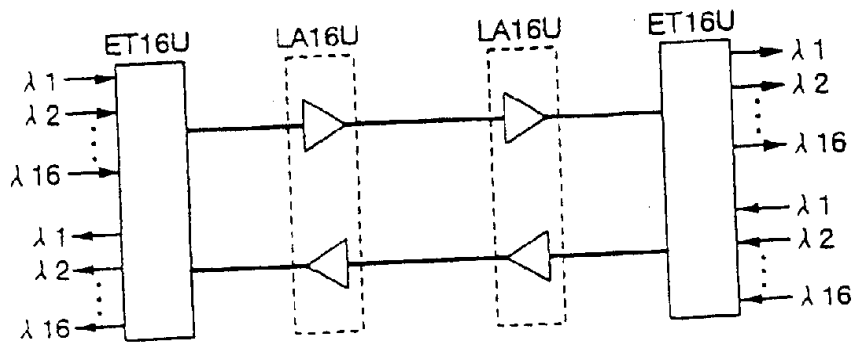
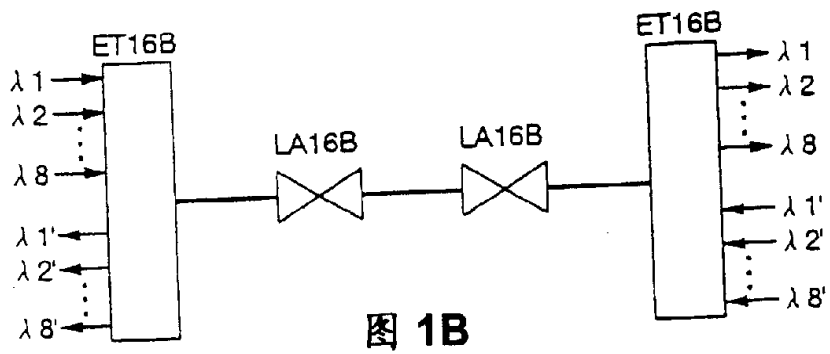
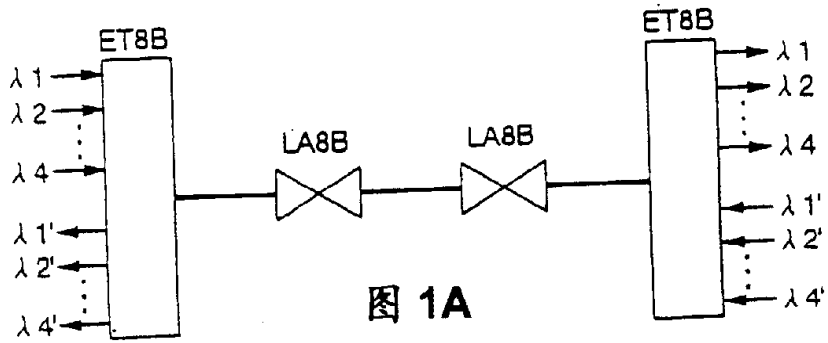
这样的光放大器的控制能有效地用于即使复用的波长数变化，也不会使来自各光放大器的各种波长的光信号的输出功率变化而能保持规定的电平。一般情况下，存在这样的问题，即光放大器控制全部信道，使总的光输出功率呈规定的值，如果波分复用数变化则各种波长的光信号的输出电平也变化，但通过根据上述的波长数进行的控制，能将各种波长的输出电平控制在规定的大小。

如上所述，如果采用本发明，则能最适当地控制输入的光信号中的各种波长的光信号的传输电平，而且，能充分地进行传输特性的补偿，能谋求提高整个系统的可靠性。

另外，关于本发明中使用的光强度调节器有特开平 08-278523 号公报，它对应于 USP5675432，供参考。



说明书附图



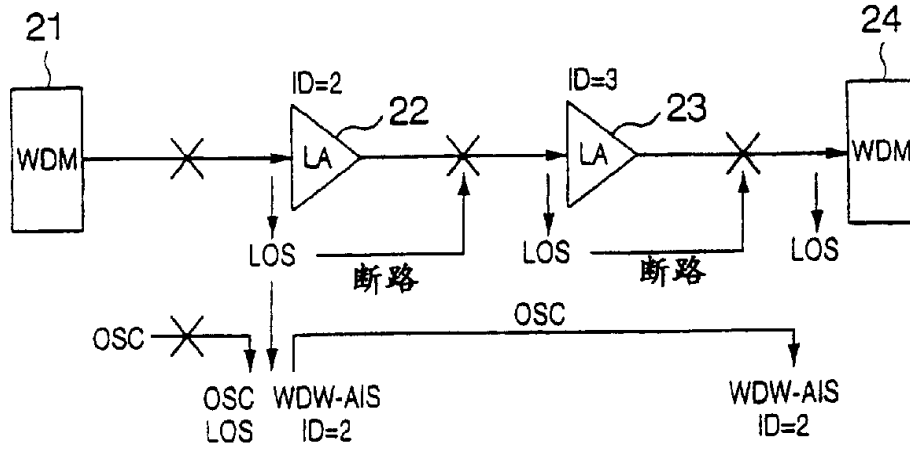


图 2

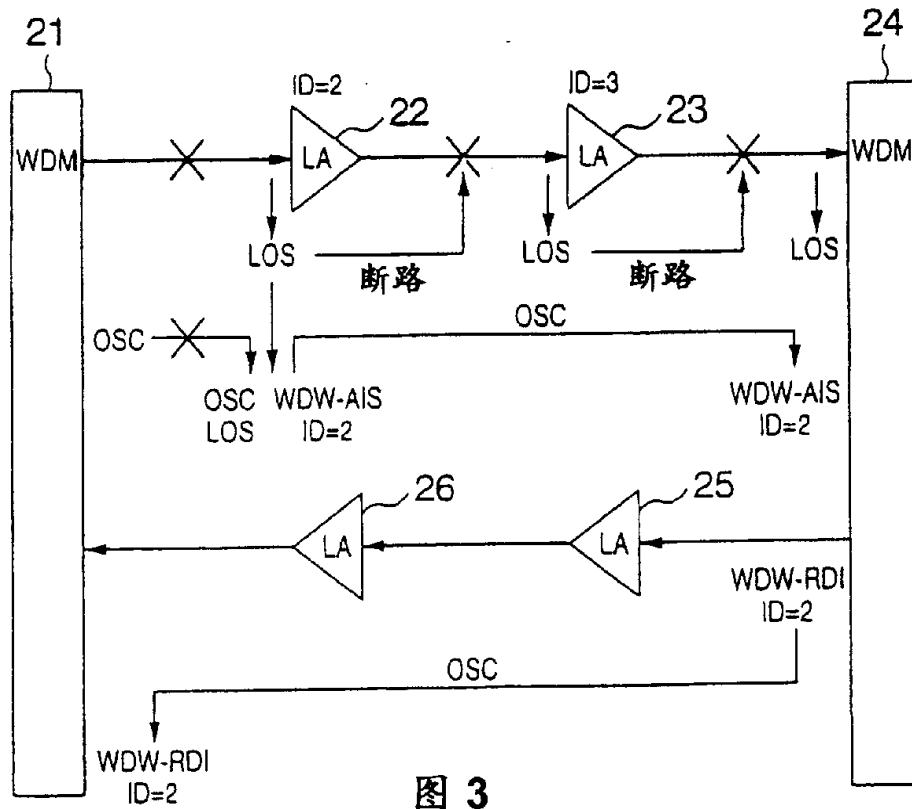


图 3

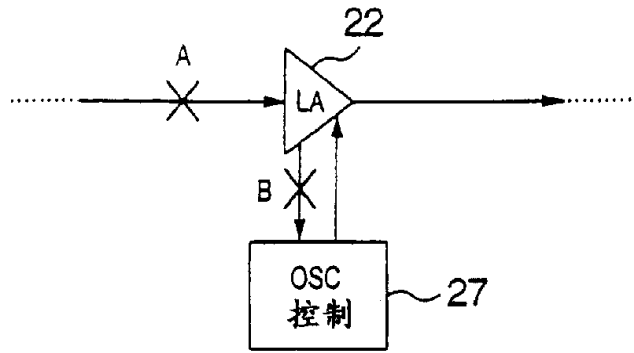


图 4

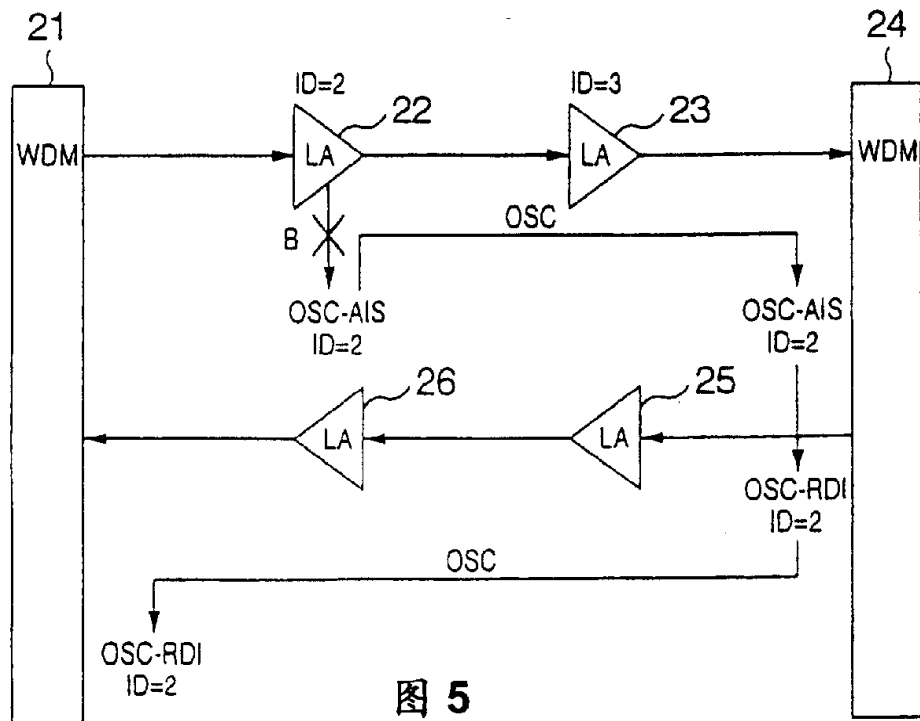


图 5

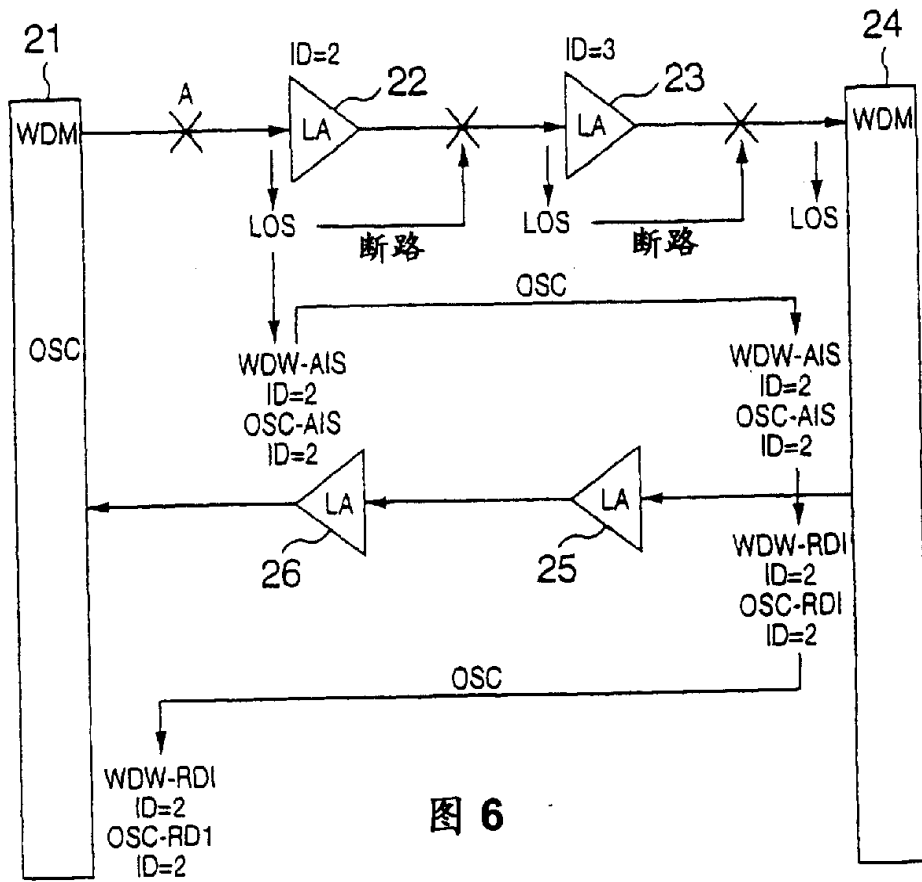


图 6

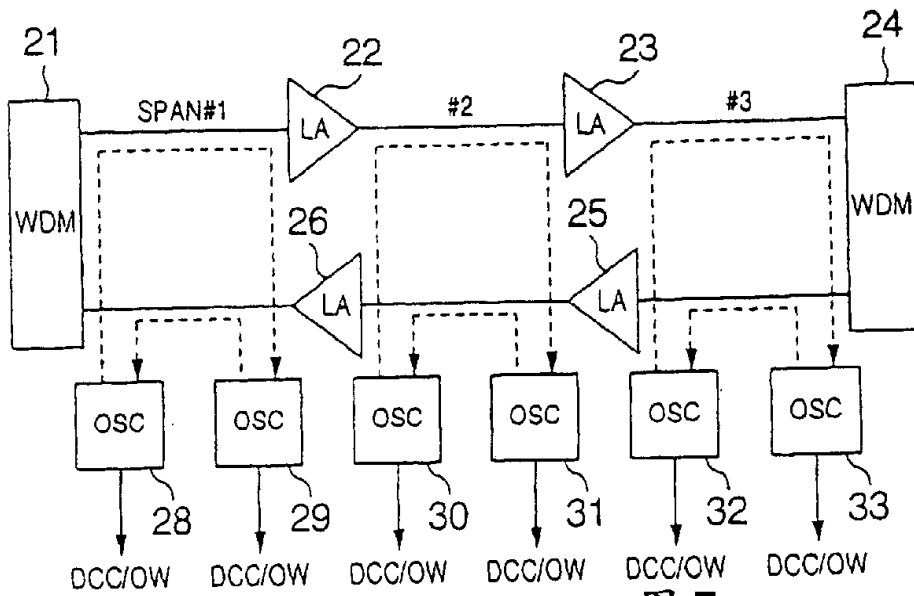


图 7

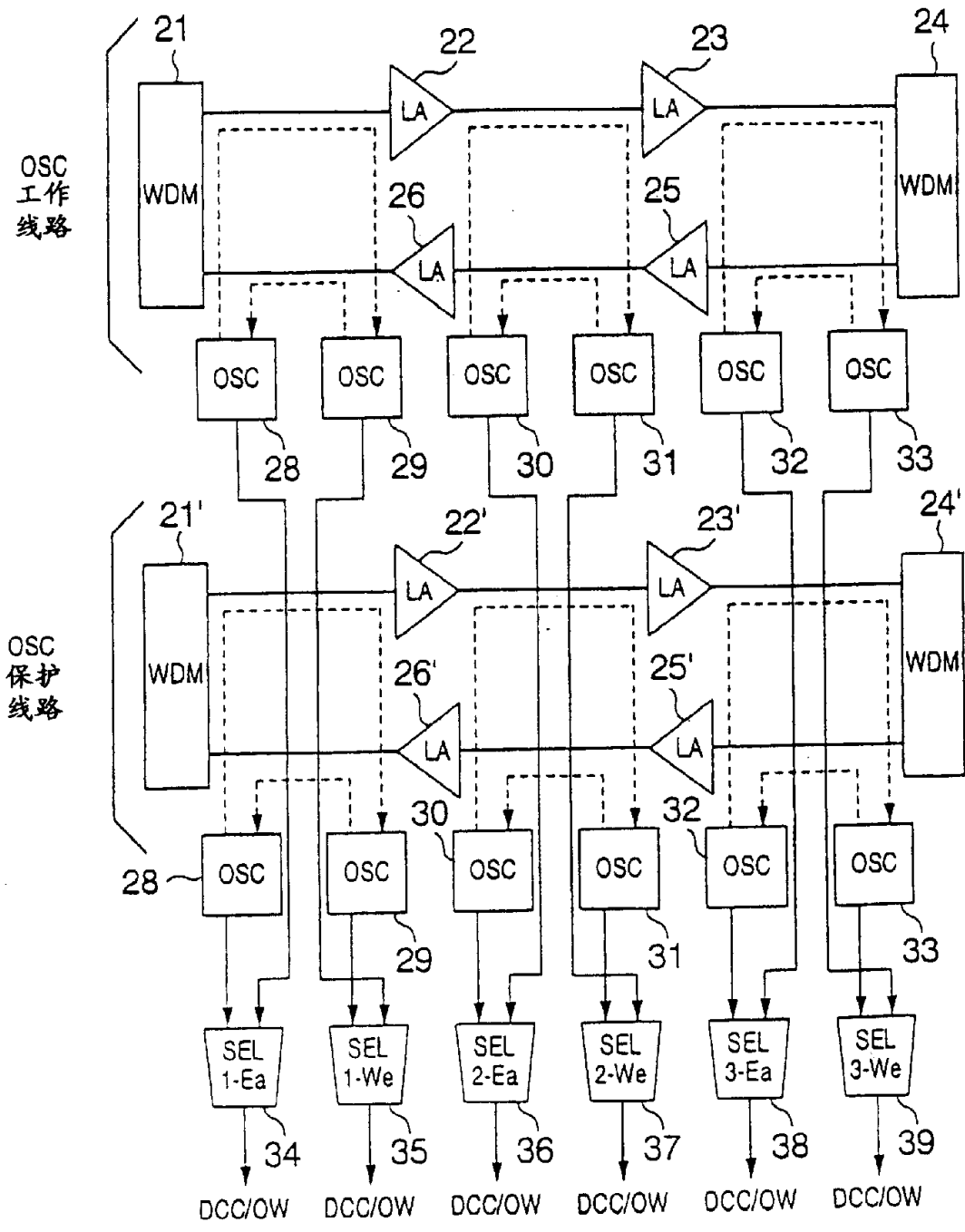


图 8

图 9A

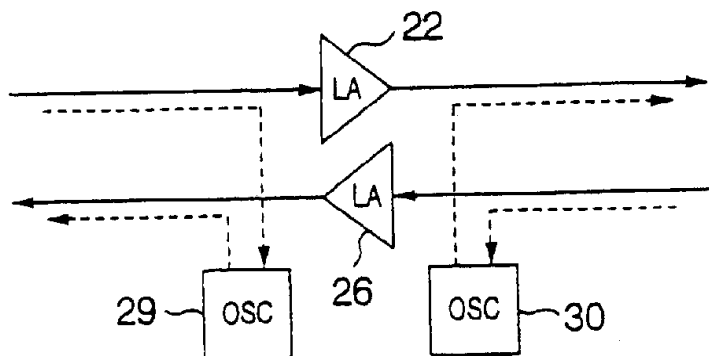


图 9B

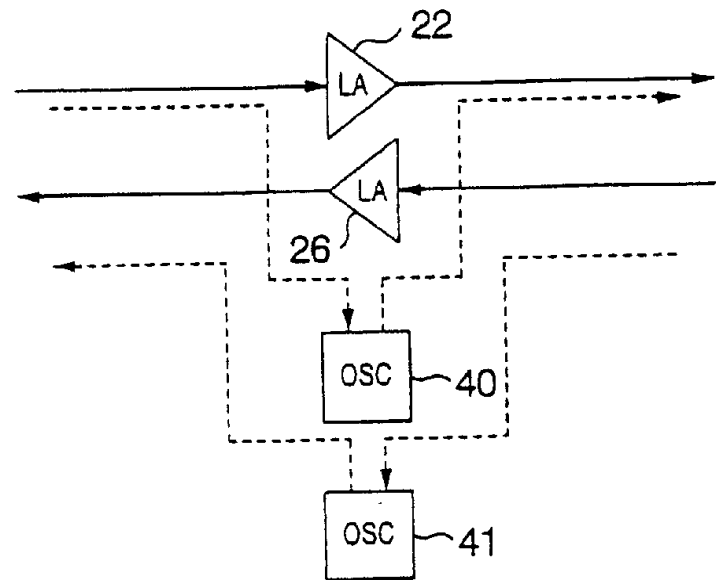


图 9C

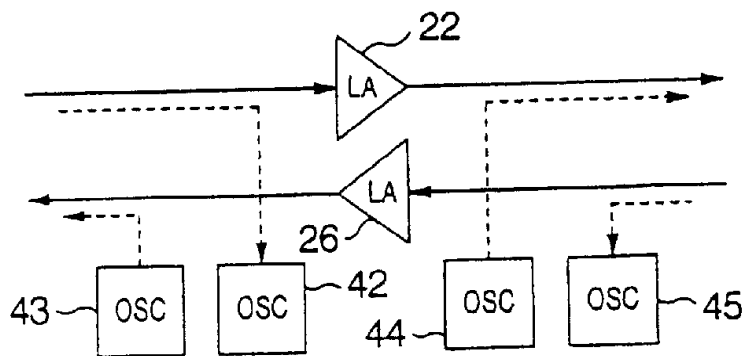
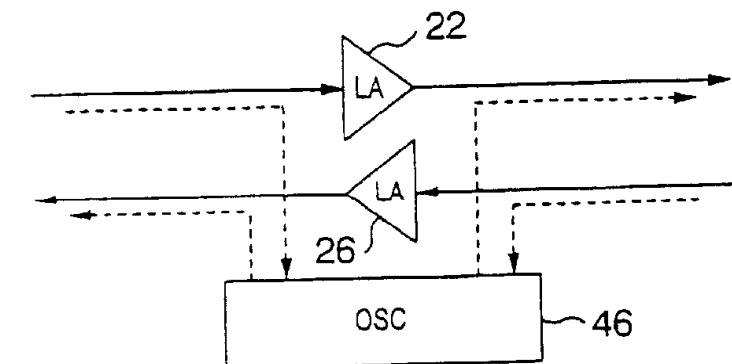


图 9D



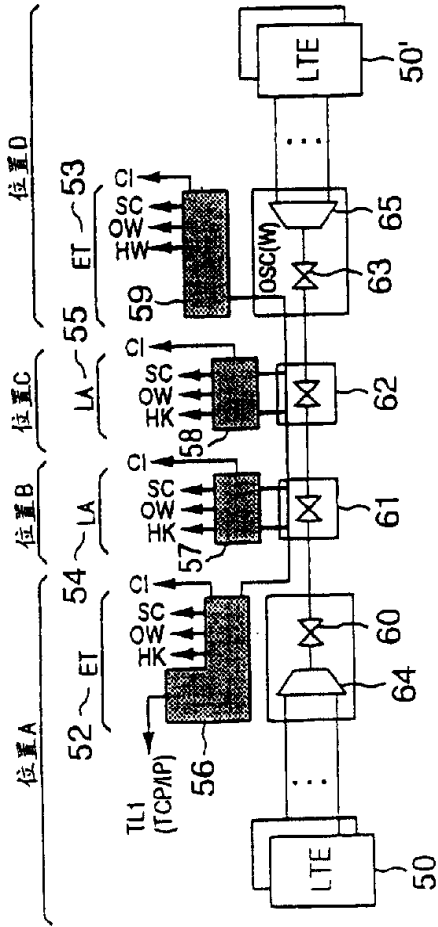
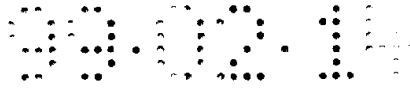


图 10

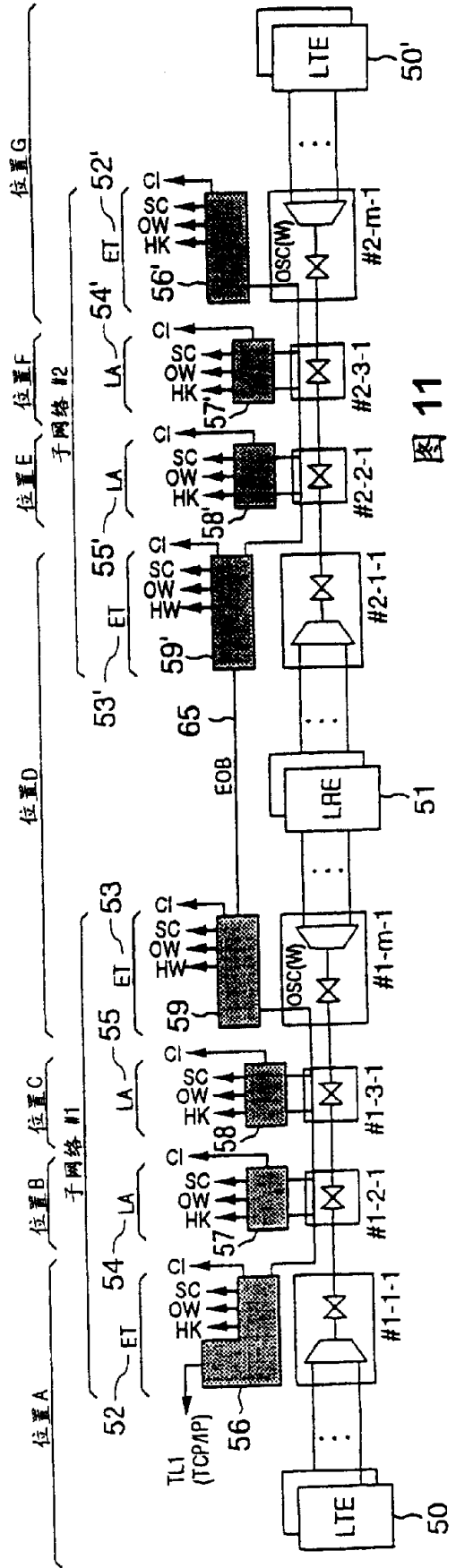


图 11

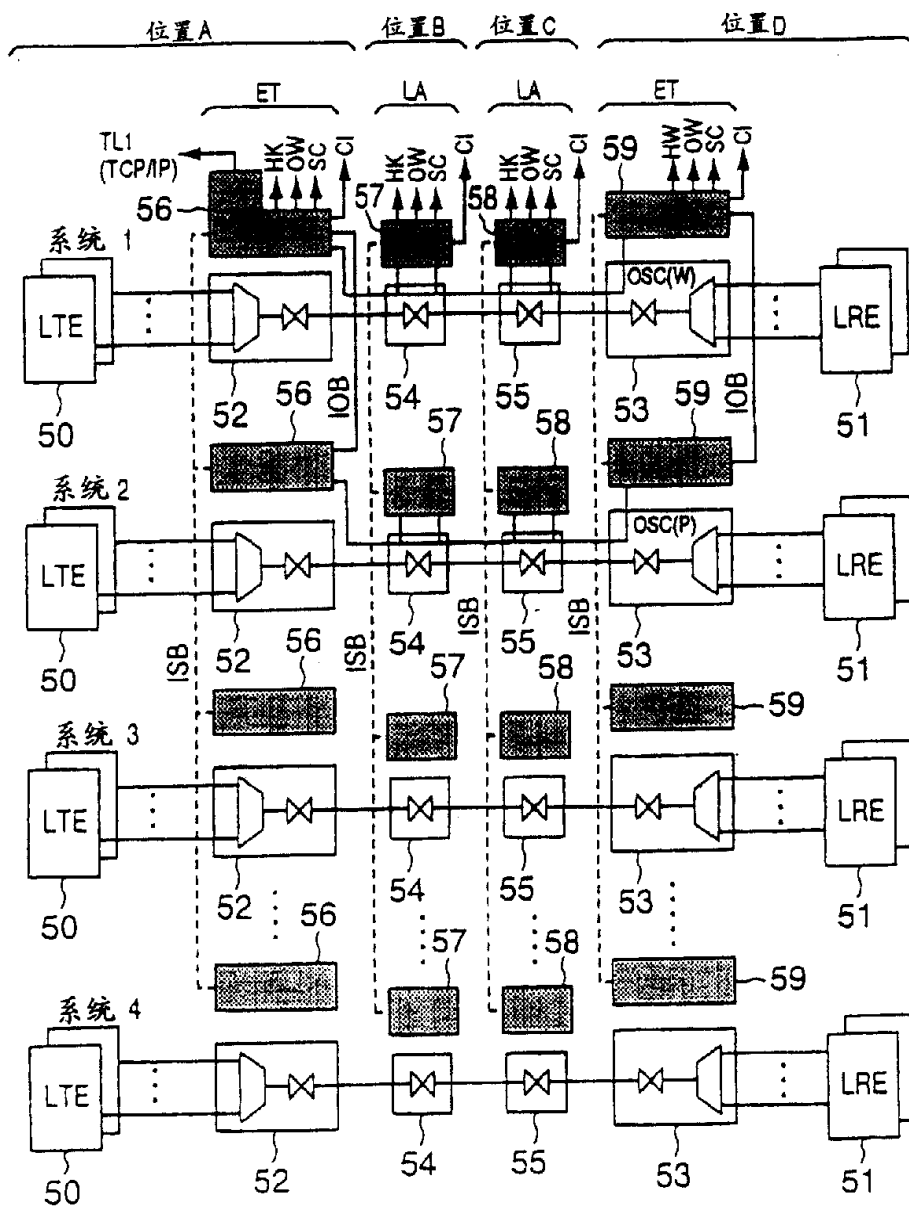


图 12

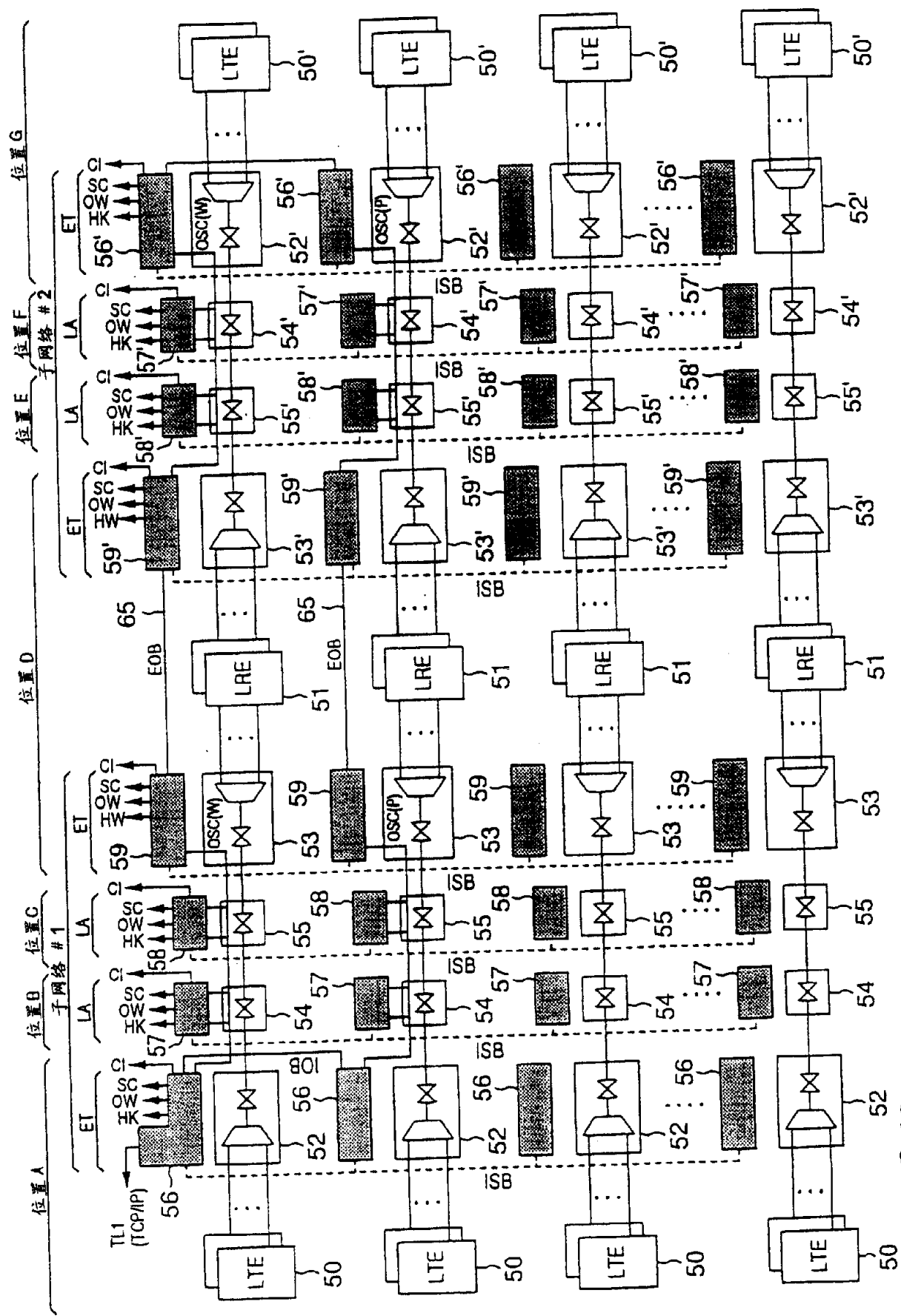


图 13

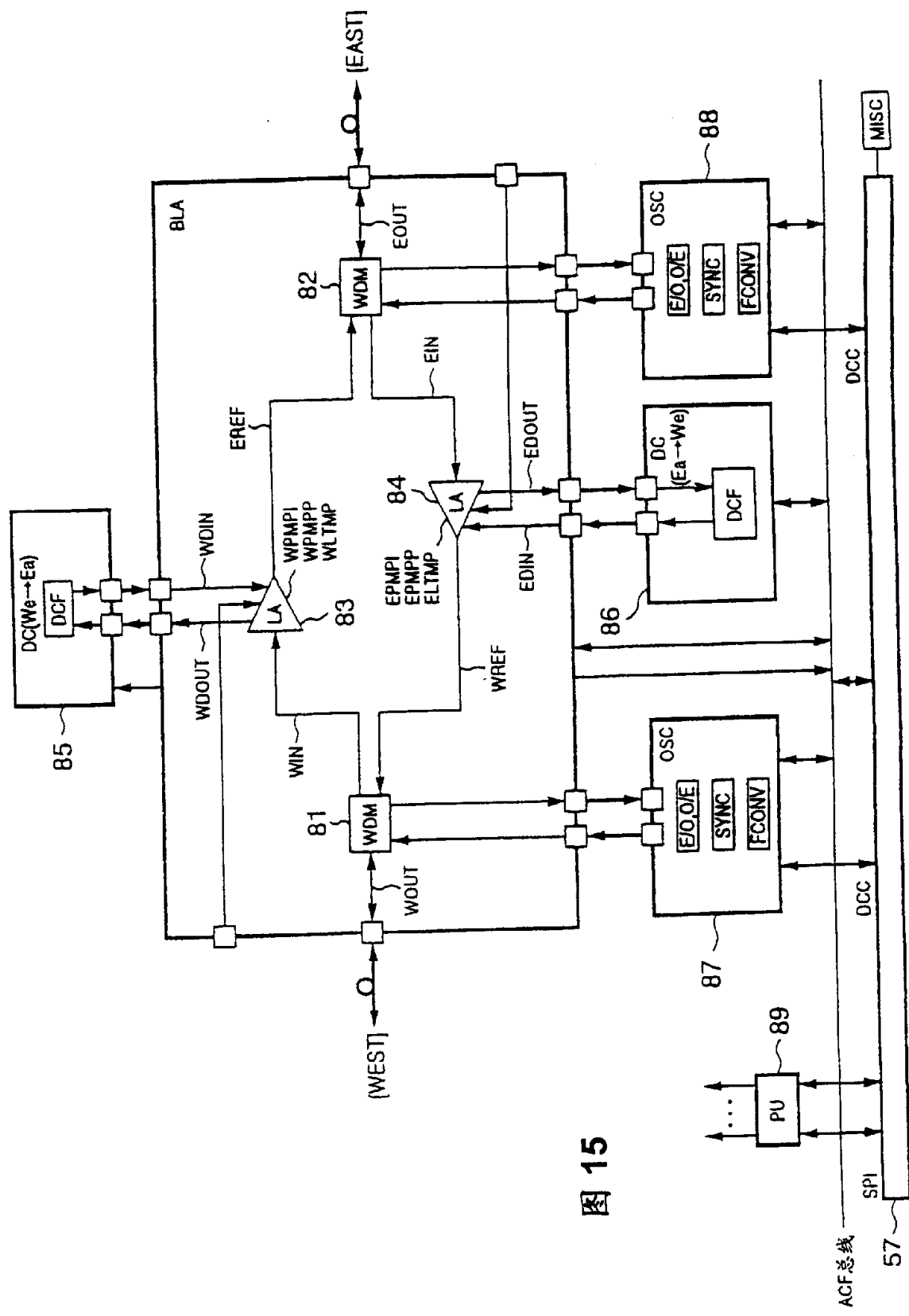


图 15

光通信系统

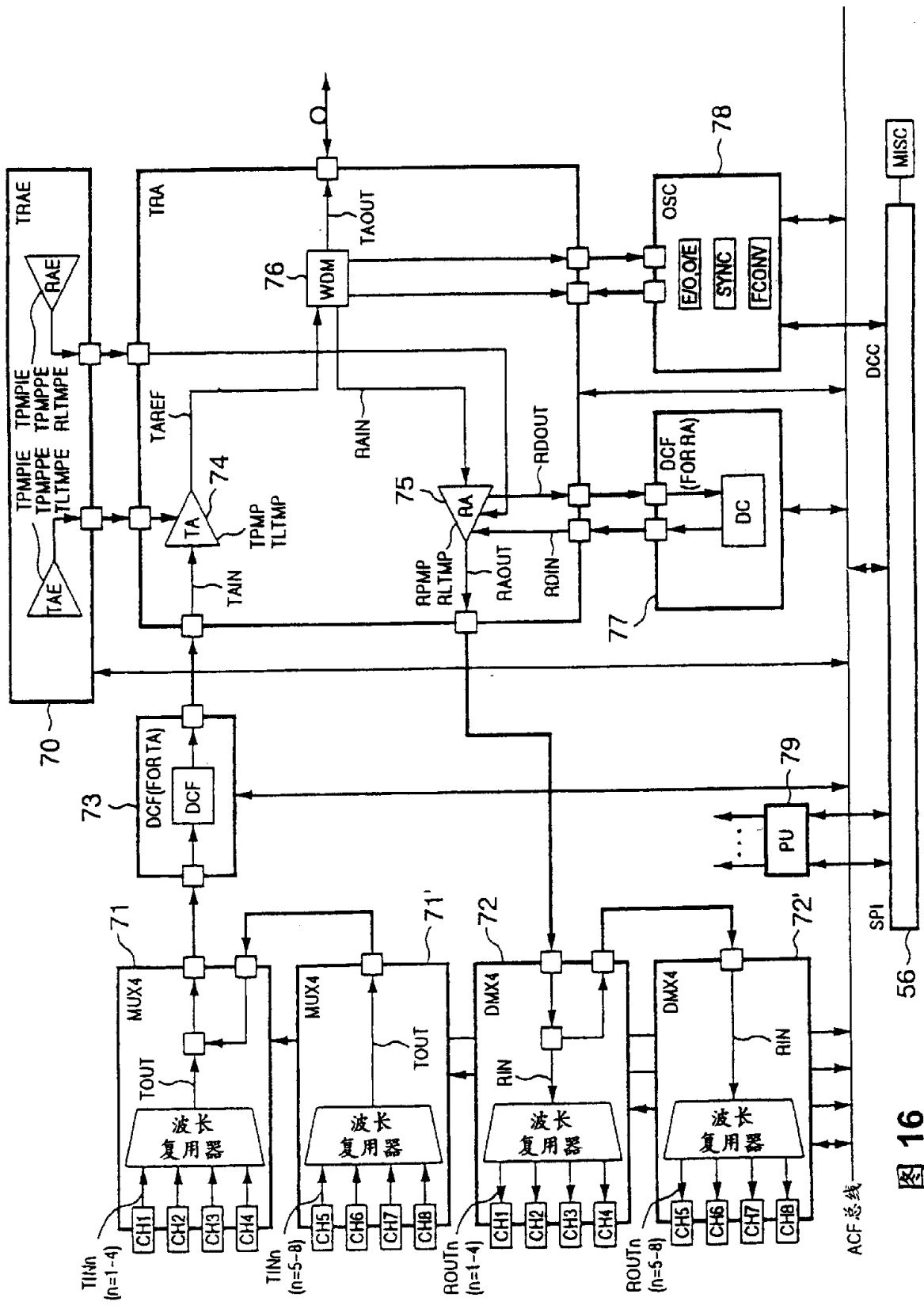


图 16

37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

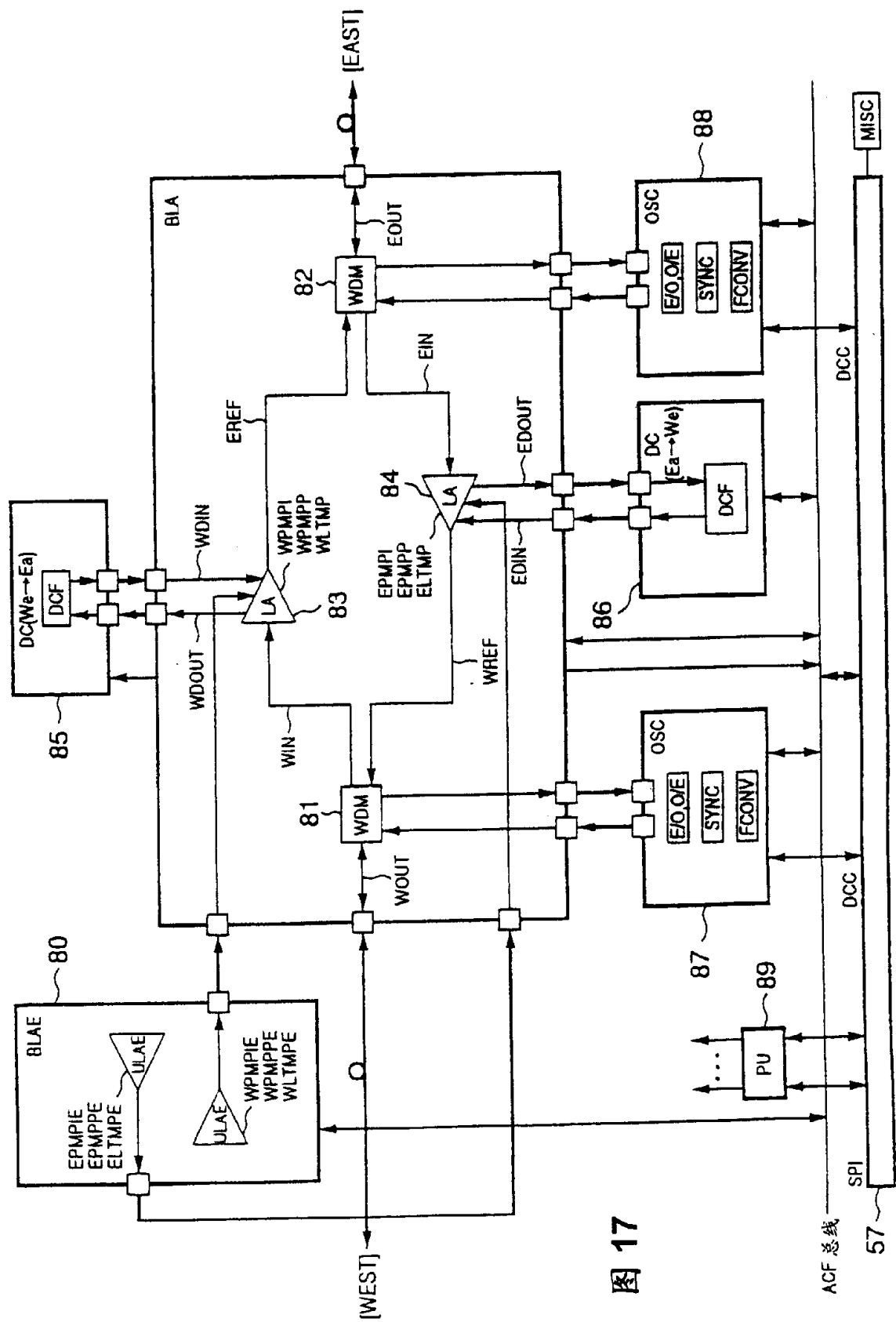


图 17

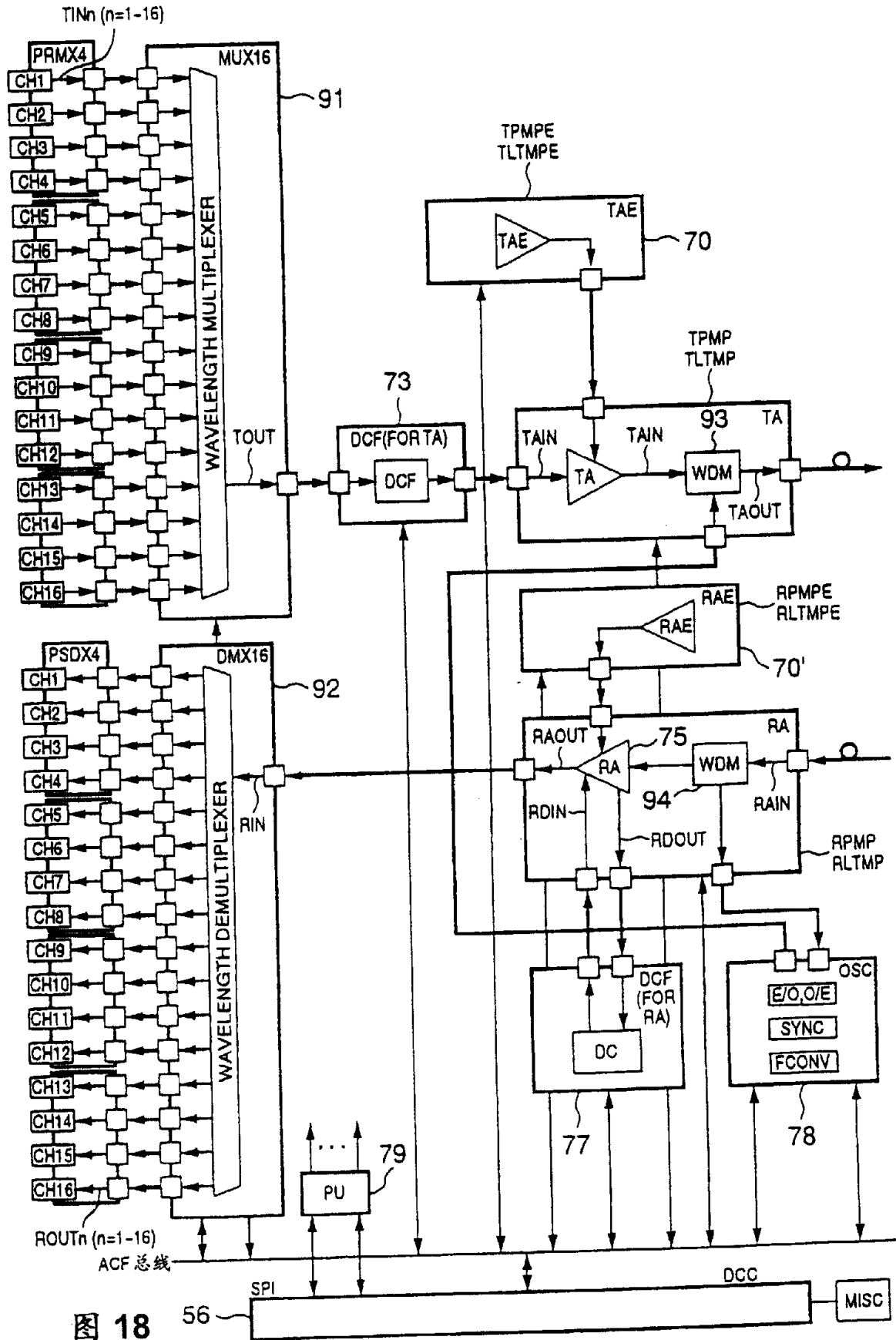


图 18

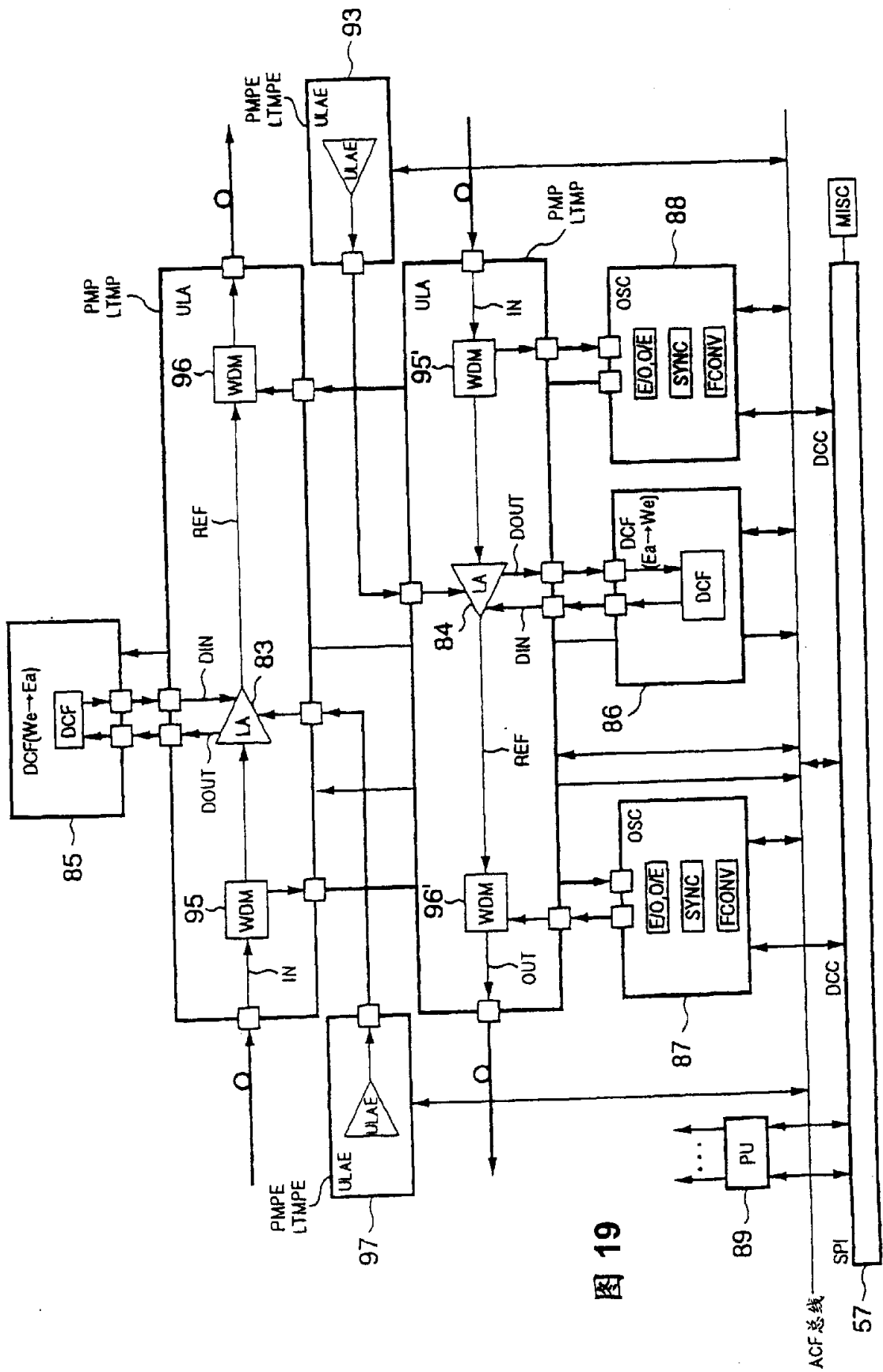


图 19

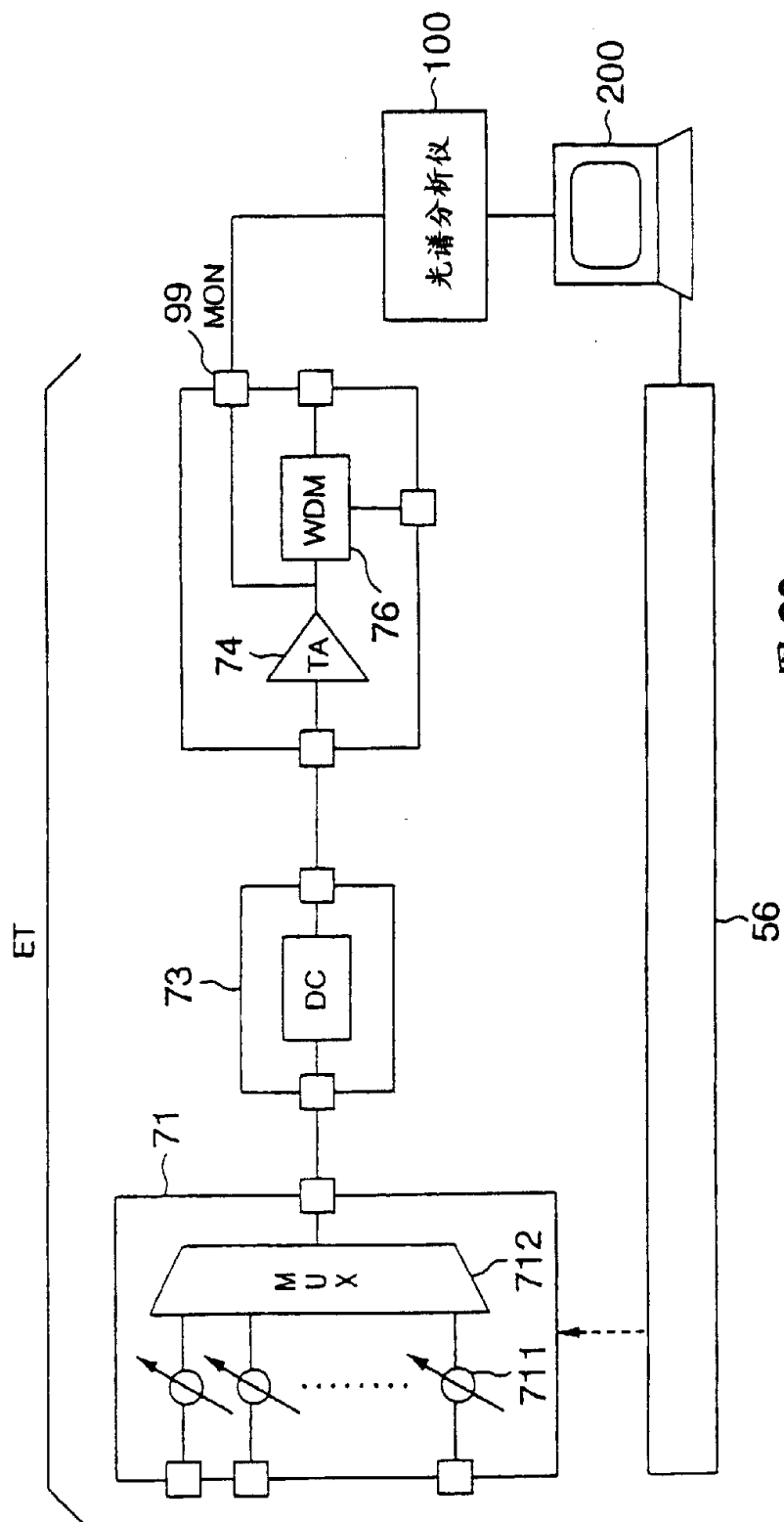


图 20

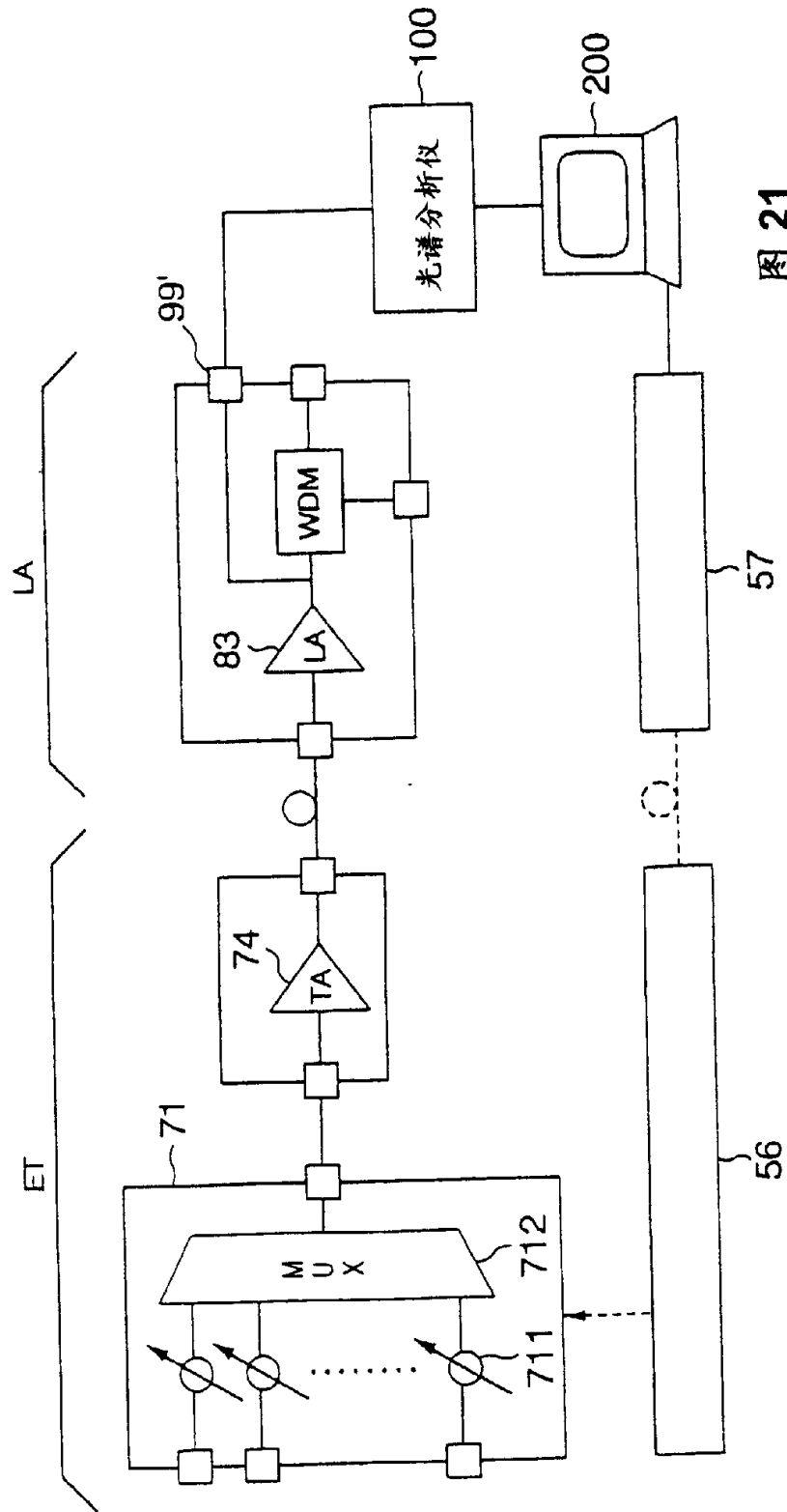


图 21

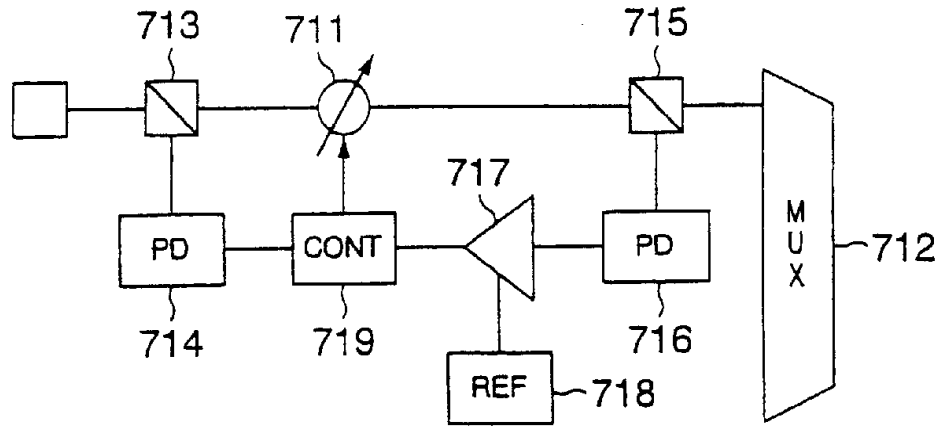


图 22

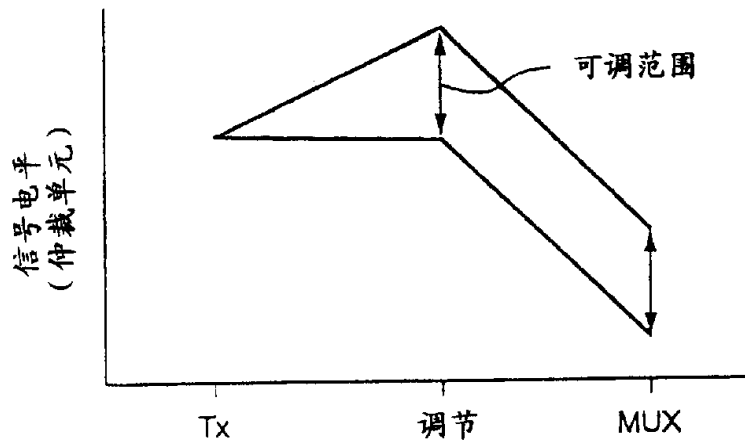
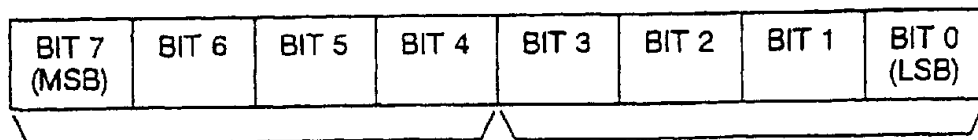


图 23



A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	+	+
B1	SCI	AIS	E1	AOW1	AOW2	F1	WAID	OAID
D1		CDI	D2	DOW1	DOW2	D3	WFE	OFE
H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3
B2	B2	B2	K1			K2	LA1	LA2
D4	SCC1		D5	SCC2		D6	SCC2	
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	ET1	ET2

图 24



WDM AIS 位
正常: "0000"
AIS: "1010"

OSC AIS 位
正常: "0000"
AIS: "1010"

图 25