



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108139617 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(21)申请号 201680057855.5

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22)申请日 2016.06.22

代理人 王洵

(30)优先权数据

2015-193342 2015.09.30 JP

(51)Int.Cl.

G02F 1/01(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.03.30

H04B 10/516(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/003010 2016.06.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/056350 JA 2017.04.06

(71)申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 小松弘和

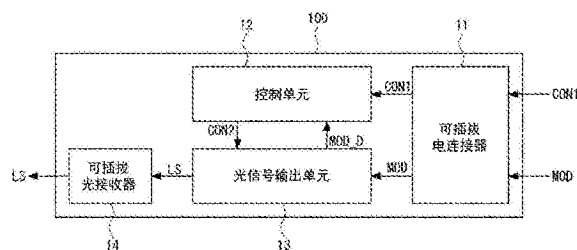
权利要求书3页 说明书10页 附图11页

(54)发明名称

可插拔光模块和光通信系统

(57)摘要

本发明的目标是准确地输出对应于数据信号的光信号。可插拔光模块(100)包括可插拔电连接器(11)、控制单元(12)、光信号输出单元(13)和可插拔光接收器(14)。可插拔电连接器(11)可以与光通信装置(92)传递调制信号(MOD)和控制信号(CON1)。光信号输出单元(13)响应于调制信号(MOD)输出由控制信号(CON1)通过调制方案调制的光信号(LS)。可插拔光接收器(14)被配置成使得光纤(91)可插入可插拔光接收器(14)中并且可从其中移除。可插拔光接收器(14)可以输出从光信号输出单元(13)输出的光信号(LS)。控制单元(12)控制光信号输出单元(13)输出设定为与控制信号(CON1)指定的调制方案中的调制信号(MOD)对应的调制幅度的光信号(LS)。



1. 一种可插拔光模块,包括:

可插拔光连接器,被配置成能够插入光通信装置并且能够从其中移除,并且能够与所述光通信装置传递第一数据信号和控制信号;

光信号输出单元,被配置成响应于所述第一数据信号输出通过使用由所述控制信号指定的调制方案调制的第一光信号;

第一可插拔光接收器,被配置成使得第一光传输线能够插入所述第一可插拔光接收器并且能够从其中移除,并且被配置成能够将所述光信号输出单元输出的所述第一光信号输出到所述第一光传输线;以及

控制单元,被配置成控制所述光信号输出单元在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出具有响应于所述第一数据信号设定的调制幅度的第一光信号。

2. 根据权利要求1所述的可插拔光模块,其中,

所述光信号输出单元包括:

光源,被配置成输出光;

调制信号检测单元,被配置成接收所述第一数据信号并输出指示检测所述第一数据信号的峰值检测电压的结果的信号;以及

包括Mach-Zehnder型光调制器的光调制单元,其中相位调制区域设置在光波导上,所述光调制单元被配置成基于从所述调制信号检测单元输出的所述信号利用所述Mach-Zehnder型光调制器来调制从所述光源输出的光,并输出所述第一光信号。

3. 根据权利要求2所述的可插拔光模块,其中所述控制单元控制所述光调制单元的增益、从所述调制信号检测单元输出的所述信号的幅度和施加到所述相位调制区域的偏置电压中的一个,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出具有响应于所述第一数据信号设定的所述调制幅度的所述第一光信号。

4. 根据权利要求2所述的可插拔光模块,其中,

所述控制单元包括:

调制方案检测单元,被配置成参考所述控制信号以检测由所述控制信号指定的所述调制方案;

存储器单元,针对由所述控制信号指定的每个调制方案存储指示由所述调制信号检测单元检测到的所述第一数据信号的所述峰值检测电压与所述调制信号检测单元响应于所述第一数据信号应该检测到的峰值检测电压之间的第一相关性的信息;以及

命令单元,被配置成根据所述调制方案检测单元从所述存储器单元读取指示与由所述控制信号指定的所述调制方案对应的所述第一相关性的所述信息,并且基于所读取的指示所述第一相关性的信息控制所述光调制单元的增益、从所述调制信号检测单元输出的所述信号的幅度和施加到所述相位调制区域的偏置电压中的一个。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的可插拔光模块,还包括:

第二可插拔光接收器,被配置成使得第二光传输线可插入所述第二可插拔光接收器并且可从其中移除,第二光信号通过所述第二光传输线被输入到所述第二可插拔光接收器;以及

光接收单元,被配置成将通过所述第二可插拔光接收器接收的所述第二光信号解调为第二数据信号,其中

所述控制单元控制所述光接收单元的增益,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出所述光接收单元响应于所述第二光信号的调制幅度而应输出的电压值的所述第二数据信号。

6. 根据权利要求4所述的可插拔光模块,还包括:

第二可插拔光接收器,被配置成使得第二光传输线可插入所述第二可插拔光接收器并且可从其中移除,第二光信号通过所述第二光传输线被输入到所述第二可插拔光接收器;以及

光接收单元,被配置成将通过所述第二可插拔光接收器接收的所述第二光信号解调为第二数据信号,其中

针对由所述控制信号指定的每个调制方案,在所述存储器单元中还存储指示所述第二光信号的调制幅度与所述光接收单元响应于所述第二光信号的所述调制幅度应输出的所述第二数据信号的电压值之间的第二相关性的信息,并且

所述命令单元根据所述调制方案检测单元从所述存储器单元读取指示与由所述控制信号指定的所述调制方案对应的所述第二相关性的信息,并且控制所述光接收单元的增益,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出所述光接收单元响应于所述第二光信号的所述调制幅度而应输出的所述电压值的所述第二数据信号。

7. 一种光通信系统,包括:

第一光传输线,被配置成传输光信号;

可插拔光模块,被配置成使得所述第一光传输线能够插入所述可插拔光模块并能够从其中移除,并且将所述光信号输出到所述第一光传输线;以及

光通信装置,被配置成使得所述可插拔光模块能够插入所述光通信装置并且能够从其中移除,其中

所述可插拔光模块包括:

可插拔光连接器,被配置成能够插入所述光通信装置并且能够从其中移除,并且被配置成能够与所述光通信装置传递第一数据信号和控制信号;

光信号输出单元,被配置成响应于所述第一数据信号输出通过使用由所述控制信号指定的调制方案调制的第一光信号;

第一可插拔光接收器,其被配置成使得所述第一光传输线能够插入所述第一可插拔光接收器并且能够从其中移除,并且被配置成能够将所述光信号输出单元输出的所述第一光信号输出到所述第一光传输线;以及

控制单元,其被配置成控制所述光信号输出单元在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出具有响应于所述第一数据信号设定的调制幅度的所述第一光信号。

8. 根据权利要求7所述的光通信系统,其中,

所述光信号输出单元包括:

光源,被配置成输出光;

调制信号检测单元,被配置成接收所述第一数据信号并输出指示检测所述第一数据信号的结果的信号;以及

包括Mach-Zehnder型光调制器的光调制单元,其中相位调制区域设置在光波导上,所述光调制单元被配置成基于从所述调制信号检测单元输出的所述信号利用所述Mach-

Zehnder型光调制器来调制从所述光源输出的光,并输出所述第一光信号,并且

所述控制单元控制光信号输出单元,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出具有响应于所述第一数据信号设定的所述调制幅度的所述第一光信号。

9. 根据权利要求8所述的光通信系统,其中所述控制单元控制所述光调制单元的增益、从所述调制信号检测单元输出的所述信号的幅度和施加到所述相位调制区域的偏置电压中的一个,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出具有响应于所述第一数据信号设定的所述调制幅度的所述第一光信号。

10. 根据权利要求9所述的光通信系统,其中

所述控制单元包括:

调制方案检测单元,被配置成参考所述控制信号以检测由所述控制信号指定的所述调制方案;

存储器单元,针对由所述控制信号指定的每个调制方案存储指示检测到的所述第一数据信号的峰值检测电压与所述光学信号输出单元响应于所述第一数据信号应输出的调制幅度之间的第一相关性的信息;以及

命令单元,被配置成根据所述调制方案检测单元从所述存储器单元读取指示根据由所述控制信号指定的所述调制方案的所述第一相关性的所述信息,并且基于所读取的指示所述第一相关性的信息控制施加到所述相位调制区域的所述偏置电压。

11. 根据权利要求7至10中任一项所述的光通信系统,还包括:

第二可插拔光接收器,被配置成使得第二光传输线可插入所述第二可插拔光接收器并且可从其中移除,第二光信号通过所述第二光传输线被输入到所述第二可插拔光接收器;以及

光接收单元,被配置成将通过所述第二可插拔光接收器接收的所述第二光信号解调为第二数据信号,其中

所述控制单元控制所述光接收单元的增益,其方式使得在由所述控制信号指定的所述调制方案下输出所述光接收单元响应于所述第二光信号的调制幅度而应输出的电压值的所述第二数据信号。

12. 根据权利要求10所述的光通信系统,还包括:

第二可插拔光接收器,被配置成使得第二光传输线可插入所述第二可插拔光接收器并且可从其中移除,第二光信号通过所述第二光传输线被输入到所述第二可插拔光接收器;以及

光接收单元,被配置成将通过所述第二可插拔光接收器接收的所述第二光信号解调为第二数据信号,其中

针对由所述控制信号指定的每个调制方案,在所述存储器单元中还存储指示所述第二光信号的调制幅度与所述光接收单元响应于所述第二光信号的所述调制幅度应输出的所述第二数据信号的电压值之间的第二相关性的信息,并且

所述命令单元根据所述调制方案检测单元从所述存储器单元读取指示与由所述控制信号指定的所述调制方案对应的所述第二相关性的信息,并且控制所述光接收单元的增益,其方式使得在由所述控制信号指定的调制方案下输出所述光接收单元响应于所述第二光信号的所述调制幅度应输出的所述电压值的所述第二数据信号。

## 可插拔光模块和光通信系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及可插拔光模块和光通信系统。

### 背景技术

[0002] 在光通信系统中,安装用于传输和接收光信号的光模块。此类光模块传输和接收通过使用各种调制方案(例如,QPSK[正交相移键控]、16QAM[正交调幅]或其它方案)进行调制并且通过使用各种方案进行多路复用的各种波长的光信号。已经提出了此类光模块的一些示例。

[0003] 例如,已经提出了用于消除光信号的波长依赖性的光通信装置(专利文献1)。光通信设备控制提供到光调制器的驱动信号的输出幅度,以根据光信号的波长实现光调制器的指定特性。

[0004] 同时,在符合诸如SFP(小型可插拔)和XFP(10千兆位小型可插拔)之类的标准的光通信系统中实施可插拔光模块正在进步中。可插拔光模块是可插入光通信装置的插座中并且可从其中移除的收发器(例如,专利文献2和3)。当可插拔光模块被控制时,可插拔光模块从主机侧光通信装置接收控制信息。响应于接收到的信息来切换或改变可插拔光模块的操作。

[0005] 引用文献列表

[0006] 专利文献

[0007] [专利文献1]日本未审查专利申请公开第2004-126024号

[0008] [专利文献2]日本未审查专利申请公开第2005-269100号

[0009] [专利文献3]日本未审查专利申请公开第2007-53614号

### 发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 可插拔光模块插入到作为主机的外部光通信装置中,并且需要具有根据光通信装置的通信规格通过使用各种调制方案来调制光信号的功能。为了执行调制操作,可插拔光模块接收数据信号,该数据信号是从光通信装置输出的电信号,并检测电信号的峰值电压。安装在光模块中的Mach-Zehnder型光调制器具有用于消除光调制输出的驱动电压 $V_{\pi}$ 。期望稳定地将关于驱动电压 $V_{\pi}$ 的适当电压幅度提供为数据信号的电压幅度。通过使用设置在光调制器的前级中的峰值检测功能,数据信号的电压幅度可以是稳定的。电信号的波形也随着调制方案改变而改变。因此,即使当峰值电压相同时,在光调制器中检测到的电压值也可以取决于调制方案而变化。因此,当使用峰值检测功能时,取决于调制方案,可能检测到与峰值原本应该指示的电压不对应的值。因此,可能无法准确地执行光信号的调制操作。

[0012] 鉴于上述情况而做出了本发明,并且本发明旨在准确地输出对应于数据信号的光信号而与使用可插拔光模块时的调制方案无关。

[0013] 问题的解决方案

[0014] 本发明的一个方面是一种可插拔光模块,包括:可插拔光连接器,其被配置成可插入光通信装置并且可从其中移除,并且能够与光通信装置传递第一数据信号和控制信号;光信号输出单元,其被配置成响应于第一数据信号输出通过使用由控制信号指定的调制方案调制的第一光信号;第一可插拔光接收器,其被配置成使得第一光传输线可插入第一可插拔光接收器并且可从其中移除,并且被配置成能够将光信号输出单元输出的第一光信号输出到第一光传输线;以及控制单元,其被配置成控制光信号输出单元以在由控制信号指定的调制方案下输出具有响应于第一数据信号设定的调制幅度的第一光信号。

[0015] 本发明的一个方面是一种光通信系统,包括:第一光传输线,其被配置成传输光信号;可插拔光模块,其被配置成使得第一光传输线可插入可插拔光模块并可从其中移除,并且将光信号输出到第一光传输线;以及光通信装置,其被配置成使得可插拔光模块可插入光通信装置并且可从其中移除,其中可插拔光模块包括:可插拔光连接器,其被配置成可插入光通信装置并且可从其中移除,并且被配置成能够与光通信装置传递第一数据信号和控制信号;光信号输出单元,其被配置成响应于第一数据信号输出通过使用由控制信号指定的调制方案调制的第一光信号;第一可插拔光接收器,其被配置成使得第一光传输线可插入第一可插拔光接收器并且可从其中移除,并且被配置成能够将光信号输出单元输出的第一光信号输出到第一光传输线;以及控制单元,其被配置成控制光信号输出单元以在由控制信号指定的调制方案下输出具有响应于第一数据信号设定的调制幅度的第一光信号。

[0016] 发明的有利效果

[0017] 根据本发明,在可插拔光模块中,不管调制方案如何,都可以准确地输出对应于数据信号的光信号。

## 附图说明

[0018] 图1是示意性地示出根据第一示例性实施例的可插拔光模块的配置的方框图;

[0019] 图2是示出安装有根据第一示例性实施例的可插拔光模块的光通信系统的主要部分的配置示例的方框图;

[0020] 图3是示出根据第一示例性实施例的光信号输出单元的配置示例的方框图;

[0021] 图4示意性地示出了根据第一示例性实施例的光调制单元的配置;

[0022] 图5是示出根据第一示例性实施例的控制单元的配置的方框图;

[0023] 图6示意性地示出了调制信号的电压值与响应于电压值要检测的设定值之间的相关性;

[0024] 图7是从光纤侧观察时根据第一示例性实施例的可插拔光模块的透视图;

[0025] 图8是从光通信装置侧观察时根据第一示例性实施例的可插拔光模块的透视图;

[0026] 图9是示出根据第一示例性实施例的可插拔光模块的操作的序列图;

[0027] 图10是示意性地示出根据第二示例性实施例的可插拔光模块的配置的方框图;

[0028] 图11是示出根据第二示例性实施例的光接收单元的配置示例的方框图;

[0029] 图12是示出根据第二示例性实施例的控制单元的配置的方框图;以及

[0030] 图13是示出根据第二示例性实施例的可插拔光模块的接收侧的操作的序列图。

## 具体实施方式

[0031] 以下将参考附图描述本发明的示例性实施例。在所有附图中相同的部件由相同的附图标记表示,并且根据需要省略重复的说明。

[0032] 第一示例性实施例

[0033] 将描述根据第一示例性实施例的可插拔光模块100。图1是示意性地示出根据第一示例性实施例的可插拔光模块100的配置的方框图。图2是示出安装有根据第一示例性实施例的可插拔光模块100的光通信系统1000的主要部分的配置示例的方框图。如图2中所示,可插拔光模块100被配置成使得具有连接器91(也称为第一光传输线)的光纤的连接器可插入可插拔光模块100并且可从其中移除。LC连接器和MU连接器可以用作具有连接器91的光纤的连接器。可插拔光模块100基于从作为通信主机的光通信装置92输入的控制信号CON1来控制。可插拔光模块100可以用控制信号CON1从光通信装置92接收用作数据信号的调制信号MOD(也称为第一数据信号),并输出基于调制信号MOD调制的光信号LS(也称为第一光信号)。例如,光通信装置92执行通信信号处理,诸如对来自可插拔光模块100的通信数据信号或输入到可插入光模块100的通信数据信号燃烧处理。

[0034] 可插拔光模块100包括可插拔电连接器11、控制单元12、光信号输出单元13和可插拔光接收器14(也称为第一可插拔光接收器)。

[0035] 可插拔电连接器11被配置成可插入光通信装置92并且可从其中移除。可插拔电连接器11接收作为从光通信装置92输出的电信号的控制信号CON1,并将控制信号CON1传送到控制单元12。可插拔电连接器11还接收作为从光通信装置92输出的电信号的调制信号MOD,并且将调制信号MOD传送到光信号输出单元13。可插拔电连接器11还可以将从控制单元12输出的电信号传送到光通信装置92。

[0036] 光信号输出单元13包括Mach-Zehnder型光调制器并输出通过使用预定调制方案调制的光信号LS。光信号输出单元13通过将从调制信号MOD转换的信号输入到形成在Mach-Zehnder型光调制器的光波导上的相位调制区域来调制光信号LS。光信号输出单元13还可以通过向相位调制区域施加偏置电压来控制Mach-Zehnder型光调制器的偏置点。光信号输出单元13可以通过使用各种调制方案(诸如相位调制、幅度调制和偏振调制)或者通过组合各种调制方案来调制光信号LS。Mach-Zehnder型光调制器例如是半导体光调制器或另一种光调制器。

[0037] 这里,相位调制区域是包括形成在光波导上的电极的区域。通过向电极施加电信号(例如电压信号)来改变电极下方的光波导的有效折射率。因此,可以改变相位调制区域中的光波导的实质光程。因此,相位调制区域可以改变通过光波导传播的光信号的相位。然后,可以通过提供通过两个光波导传播的光信号之间的相位差来调制光信号。

[0038] 将描述光信号输出单元13的配置示例。图3是示出根据第一示例性实施例的光信号输出单元13的配置示例的方框图。光信号输出单元13包括调制信号检测单元15、光源16和光调制单元17。

[0039] 调制信号检测单元15具有用于检测调制信号MOD的峰值电压的峰值检测功能,并且将作为检测结果的调制信号MOD\_D输出到控制单元12和光调制单元17。

[0040] 光源16例如是波长可调光模块或包括半导体激光器和环形振荡器的另一部件。光源16输出输出光Lorig。虽然未示出,但是光源16可以由控制单元12控制。

[0041] 光调制单元17例如是Mach-Zehnder型光调制器。注意,虽然在图1中未示出,但是

光调制单元17输出通过响应于调制信号MOD\_D调制输出光Lorig而生成的光信号LS。图4示意性地示出根据第一示例性实施例的光调制单元17的配置。光调制单元17被配置成通用Mach-Zehnder型光调制器。光调制单元17包括光调制器17A和驱动电路17B。

[0042] 光调制器17A调制从光源16输出的输出光Lorig并输出光信号LS。光调制器17A包括光波导171至174以及相位调制区域PMA和PMB。从光源16输出的输出光Lorig被输入到光波导171的一端。光波导171的另一端与光波导172的一端和光波导173的一端光学连接。因此,通过光波导171传播的光朝向光波导172和光波导173分支。光波导172的另一端和光波导173的另一端与光波导174的一端连接。在光波导172上设置了改变通过光波导172传播的光的相位的相位调制区域PMA。在光波导173上设置了改变通过光波导172传播的光的相位的相位调制区域PMB。光信号LS从光波导174的另一端输出。

[0043] 驱动电路17B可以控制光调制器17A的调制操作。驱动电路17B还可以响应于控制信号CON2通过向相位调制区域PMA和PMB中的一个或两个施加偏置电压VBIAS来控制光调制器17A的偏置点。在下文中,假定驱动电路17B向相位调制区域PMA施加偏置电压。驱动电路17B还可以通过向相位调制区域PMA和PMB中的一个或两个施加调制信号MOD来调制光信号LS。在该示例中,驱动电路17B响应于调制信号MOD\_D向相位调制区域PMA施加调制信号SIG\_M1。驱动电路17B响应于调制信号MOD\_D向相位调制区域PMB施加调制信号SIG\_M2。

[0044] 控制单元12基于通过可插拔电连接器11从光通信装置92输入的控制信号CON1来控制光信号输出单元13的操作。在本示例性实施例中,控制信号CON1包括指定当光信号输出单元13调制光信号时使用的调制方案的信息。图5是示出根据第一示例性实施例的控制单元12的配置的方框图。控制单元12包括调制方案检测单元12A、命令单元12B和存储器单元12C。

[0045] 根据包括在控制信号CON1中的指定调制方案的信息,调制方案检测单元12A指定当光信号输出单元13调制光信号时使用的调制方案。调制方案检测单元12A通过使用信号SPEC向命令单元12B通知指定的调制方案。命令单元12B基于信号SPEC从存储器单元12C读取对应于指定的调制方案的调制设定。命令单元12B基于读取的调制设定来控制光信号输出单元13。

[0046] 例如,在存储器单元12C中预先存储指定光检测单元响应于调制信号MOD的峰值电压值原本应该检测到的设定值的信息,作为用于每个调制方案的查找表。在图5中,存储对应于三种调制方案MT1至MT3的查找表LUT11至LUT13。在查找表LUT11中,存储了值VD1\_1至VD1\_k。值VD1\_1至VD1\_k是当使用调制方案MT1时响应于调制信号MOD的峰值电压V1至Vk(k是整数)所应该检测到的值。在查找表LUT12中,存储了值VD2\_1至VD2\_k。值VD2\_1至VD2\_k是当使用调制方案MT2时响应于调制信号MOD的峰值电压V1至Vk所应该检测到的值。在查找表LUT13中,存储了值VD3\_1至VD3\_k。值VD3\_1至VD3\_k是当使用调制方案MT3时响应于调制信号MOD的峰值电压V1至Vk所应该检测到的值。

[0047] 调制信号MOD的峰值电压值与响应于查找表LUT11至LUT13表示的峰值电压值所检测到的设定值之间的相关性(也称为第一相关性)是不同的。图6示意性地示出了调制信号MOD的峰值电压值与响应于峰值电压值所检测到的设定值之间的相关性。如图6中所示,由调制方案MT1至MT3表示的相关性可以不同。

[0048] 可插拔光接收器14被配置成使得具有连接器91(也称为第一光传输线)的外部光



纤的连接可插入到可插拔光接收器14中并且可从其中移除。可插拔光接收器14将从光信号输出单元13输出的光信号LS输出到光纤91。

[0049] 接下来,将描述可插拔光模块100的外观。图7是从光纤91侧观察时根据第一示例性实施例的可插拔光模块100的透视图。图7中所示的数字标记61指示可插拔光模块100的上表面。图7中所示的数字标记62指示光纤91的连接进入的可插拔光接收器14的插入端口。图8是从光通信装置92侧观察时根据第一示例性实施例的可插拔光模块100的透视图。图8中所示的数字标记63指示可插拔光模块100的下表面。图8中所示的数字标记64指示光通信装置92所连接的可插拔电连接器11的连接部分。

[0050] 以下将描述可插拔光模块100的操作。图9是示出根据第一示例性实施例的可插拔光模块100的操作的序列图。

[0051] 步骤S11

[0052] 控制单元12的调制方案检测单元12A根据控制信号CON1中包括的用于指定调制方案的信息,来指定当光信号输出单元13调制光信号LS调制时使用的调制方案。然后,调制方案检测单元12A通过使用信号SPEC向命令单元12B通知指定的调制方案。

[0053] 步骤S12

[0054] 命令单元12B基于信号SPEC从存储器单元12C读取对应于指定的调制方案的调制设定。

[0055] 步骤S13

[0056] 命令单元12B读取查找表LUT11至LUT13中的一个。因此,命令单元12B确定光信号输出单元13在指定的调制方案下响应于调制信号MOD的峰值电压应该检测到的设定值。换句话说,命令单元12B确定调制信号MOD的峰值电压与光信号输出单元13要检测到的值之间的相关性。

[0057] 步骤S14

[0058] 控制单元12的命令单元12B通过使用控制信号CON2来控制光信号输出单元13,其方式使得光信号输出单元13能够实现根据所确定的相关性准确地反映调制信号MOD的调制幅度的光信号LS。具体而言,即使在调制信号MOD\_D偏离了光信号输出单元13最初应检测到的设定值并产生差值时,命令单元12B例如也可以通过控制提供到光信号输出单元13的光调制单元17的偏置电压VBIAS来抵消该差值。

[0059] 如上所述,根据可插拔光模块100,可以理解,可以实现具有与光通信装置92指定的每个调制方案的调制信号MOD对应的期望幅度的光信号。

[0060] 对检测调制信号MOD的峰值电压的结果加以指示的调制信号MOD\_D也从调制信号检测单元15被输入到命令单元12B。因此,命令单元12B可以通过参考调制信号MOD\_D对提供到光调制单元17的偏置电压和调制信号(驱动信号)的幅度执行反馈控制。这使得可能实现具有期望幅度的光信号。因此,可能可以在指定的调制方案下进一步提高光信号的质量。

[0061] 如上所述,当调制信号MOD\_D偏离了由光信号输出单元13最初应检测到的设定值并且产生差值时,可以通过将调制信号MOD\_D与查找表进行比较来检测差值。

[0062] 上述查找表例如根据光通信装置的规格而预先提供到可插拔光模块100,其中光模块100被插入该光通信装置并且可从其中移除。例如,可以在可插拔光模块100的出货检验时测量调制信号MOD和对应于调制信号MOD的光信号LS的功率,并且查找表可以基于测量

结果来生成并被输入到可插拔光模块100。

[0063] 第二示例性实施例

[0064] 将描述根据第二示例性实施例的可插拔光模块200。图10是示意性示出根据第二示例性实施例的可插拔光模块200的配置的方框图。可插拔光模块200具有如下配置,其中可插拔光接收器18和光接收单元19被添加到根据第一示例性实施例的可插拔光模块100,并且可插拔光模块100的光信号输出单元13和控制单元12分别被光信号输出单元23和控制单元22代替。在可插拔光模块200中,光信号输出单元23和可插拔光接收器14构成传输侧,并且可插拔光接收器18和光接收单元19构成接收侧。

[0065] 光信号输出单元23包括调制信号检测单元15、光源16、光调制单元17和分光器21。由于调制信号检测单元15、光源16和光调制单元17与根据第一示例性实施例的可插拔光模块100中的那些相同,所以将省略对它们的描述。分光器21对从光源16输出的输出光 $L_{orig}$ 进行分离。因此,可以将光输出到传输侧(光 $L1$ )和接收侧(本地振荡光 $L0$ )两者。光调制单元17将从分光器21输出的光 $L1$ 调制(例如相位调制、幅度调制)为光信号 $LS$ 。注意,并不限于由分光器21来分离输出光 $L_{orig}$ ,还可以适当地使用其它分光装置。

[0066] 可插拔光接收器18(也称为第二可插拔光接收器)是接收侧可插拔光接收器。可插拔光接收器18被配置成使得具有用于接收的连接器的(也被称为第二光传输线)的光纤的连接器的连接器可插入可插拔光接收器18并且可从其中移除。FC连接器和MU连接器可以用作具有连接器的光纤的连接器。光信号 $IN$ (也称为第二光信号)通过光纤从源主机输入到可插拔光接收器18。

[0067] 例如,光接收单元19被配置成数字相干光接收器。光接收单元19将通过可插拔光接收器18从外部接收到的光信号 $IN$ 转换为作为电信号的数据信号 $DAT$ (也称为第二数据信号),并通过可插拔电连接器11将数据信号 $DAT$ 输出到光传输装置。光接收单元19被配置成能够解调使用各种调制方案调制的光信号 $IN$ 。

[0068] 光接收单元19例如是执行数字相干接收以将DP-QPSK(双偏振正交相移键控)光信号解调为电信号的接收单元。图11是示出根据第二示例性实施例的光接收单元19的配置示例的方框图。如图11中所示,光接收单元19包括偏振分束器(以下称为PBS)31、PBS 32、90度混合器33和34、光/电转换器(以下称为O/E)41至44、模数转换器(以下称为ADC)51至54、数字信号处理器(以下称为DSP)35。

[0069] DP-QPSK光信号通过可插拔光接收器18被输入到PBS 31。PBS 31将输入的DP-QPSK光信号分成彼此正交的两个偏振分量。具体而言,PBS 31将DP-QPSK光信号分成彼此正交的 $x$ 偏振分量 $x_{in}$ 和 $y$ 偏振分量 $y_{in}$ 。 $x$ 偏振分量 $x_{in}$ 被输入到90度混合器33,并且 $y$ 偏振分量 $y_{in}$ 被输入到90度混合器34。

[0070] 从分光器21输出的光作为本地振荡光被输入到PBS 32。在本示例性实施例中,本地振荡光是预定频率的CW(连续波)光。PBS 32将本地振荡光分成彼此正交的两个偏振分量( $x$ 偏振分量 $L0_x$ 和 $y$ 偏振分量 $L0_y$ )。本地振荡光的 $x$ 偏振分量 $L0_x$ 被输入到90度混合器33,并且本地振荡光的 $y$ 偏振分量 $L0_y$ 被输入到90度混合器34。

[0071] 90度混合器33通过使本地振荡光的 $x$ 偏振分量 $L0_x$ 和 $x$ 偏振分量 $x_{in}$ 彼此干涉来执行检测,并且输出I(同相)分量(被称为 $x_{in}-I$ 分量)和Q(正交相位)分量(称为 $x_{in}-Q$ 分量)作为检测到的光,其中Q分量的相位与I分量的相位相差90度。90度混合器34通过使本地振荡光

的y偏振分量 $L_{0y}$ 和y偏振分量 $y_{in}$ 彼此干涉来执行检测,并且输出I分量(称为 $y_{in}$ -I分量)和Q分量(称为 $y_{in}$ -Q分量)作为检测到的光。

[0072] 光/电转换器41至44分别光电转换从90度混合器33和34输出的四个光信号( $x_{in}$ -I分量、 $x_{in}$ -Q分量、 $y_{in}$ -I分量和 $y_{in}$ -Q分量)。然后,光/电转换器41至44分别通过可插拔电连接器11将通过光/电转换生成的模拟电信号(数据信号DAT)输出到外部光通信装置92。数据信号DAT通过可插拔电连接器11被输出到外部光通信装置92。

[0073] 控制单元22被配置成不仅控制光信号输出单元23的操作,而且还基于控制信号CON1控制光接收单元19的操作。图12是示出根据第二示例性实施例的控制单元22的配置的方框图。控制单元22具有如下配置,其中根据第一示例性实施例的控制单元12的命令单元12B和存储器单元12C分别被命令单元22B和存储器单元22C代替。由于调制方案检测单元12A与控制单元12的相同,所以将省略其描述。

[0074] 命令单元22B基于信号SPEC从存储器单元22C读取对应于指定的调制方案的调制设定。命令单元22B基于读取的调制设定来控制光信号输出单元23和光接收单元19。

[0075] 在存储器单元22C中存储对应于三种调制方案MT1至MT3的查找表LUT11至LUT13。如在第一示例性实施例中所述,查找表LUT11至LUT13用于控制光信号输出单元23。在存储器单元22C中还存储与用于控制光接收单元19的三种调制方案MT1至MT3对应的查找表LUT21至LUT23。在查找表LUT21中,存储数据信号DAT的峰值幅值电压值PD1\_1至PD1\_k。峰值幅度电压值PD1\_1至PD1\_k是当使用调制方案MT1时根据接收的光调制方案(QPSK、8QAM、16QAM等)应该从光接收单元19输出的值。在查找表LUT22中,存储数据信号DAT的峰值幅值电压值PD2\_1至PD2\_k。峰值幅度电压值PD2\_1至PD2\_k是当使用调制方案MT2时应该从光接收单元19输出的值。在查找表LUT23中,存储数据信号DAT的峰值幅度电压值PD3\_1至PD3\_k。当使用调制方案MT3时,应该从光接收单元19输出峰值幅度电压值PD3\_1至PD3\_k。由查找表LUT21至LUT23表示的光调制方案的强度与响应于它们从光接收单元19输出的数据信号DAT的峰值电压值之间的相关性是不同的。

[0076] 接下来,将描述可插拔光模块200的操作。由于传输侧的操作与图9中所示的可插拔光模块100的操作相同,所以将省略其描述。图13是示出根据第二示例性实施例的可插拔光模块200的接收侧的操作的序列图。

[0077] 步骤S21

[0078] 控制单元22的调制方案检测单元12A根据控制信号CON1中包括的指定调制方案的信息,来指定当光接收单元19解调光信号IN时使用的调制方案。然后,调制方案检测单元12A通过使用信号SPEC向命令单元22B通知指定的调制方案。因此,步骤S21的操作类似于图9中的步骤S11的操作。

[0079] 步骤S22

[0080] 命令单元22B基于信号SPEC从存储器单元22C读取对应于指定的调制方案的调制设定。

[0081] 命令单元22B读取查找表LUT21至LUT23中的一个,以便确定根据指定的调制方案要从光接收单元19的调制信号检测单元15输出的数据信号DAT的峰值电压值的相关性(也称为第二相关性)。

[0082] 步骤S24

[0083] 命令单元22B通过使用控制信号CON3来控制包括在光接收单元19中的TIA (例如包括在光/电转换器41至44中的跨阻抗放大器) 的增益,其方式使得光接收单元19根据所确定的相关性输出稳定的电压幅度。

[0084] 根据本配置,在解调所接收的光信号的情况下,可以实现适合于光信号的调制方案的解调。因此,可以防止信号解调中的错误并获得优质的解调信号。

[0085] 另外,传输侧和接收侧在本配置中共享光源16,因此也可以实现其中集成了传输和接收的可插拔光模块200的小型化。应该理解,在本示例性实施例中,传输侧和接收侧中的每一个可以具有独立的光源。

[0086] 其它示例性实施例

[0087] 本发明不限于上述示例性实施例,并且可以在不脱离本发明的范围的情况下适当地进行修改。例如,在上述示例性实施例中,虽然已经描述了布置有用于控制光信号输出单元13和23的三个查找表的示例,但这仅仅是示例。用于控制光信号输出单元13和23的查找表的数量可以是两个或等于或大于四个的任何数量。在上述示例性实施例中,虽然已经描述了设置有用控制光接收单元19的三个查找表的示例,但这仅仅是示例。用于控制光接收单元19的查找表的数量可以是两个或等于或大于四个的任何数量。

[0088] 在上述示例性实施例中,虽然已经描述了控制单元响应于从光通信装置92输出的控制信号CON1来控制光信号输出单元和光接收单元,但这仅仅是示例。控制单元可以响应于从不同于光通信装置92的装置输出的控制信号来控制光信号输出单元和光接收单元中的一个或两个。

[0089] 在上述示例性实施例中,虽然已经描述了控制单元通过控制提供到光调制单元的相位调制区域的偏置电压来控制光信号的调制幅度,但是控制光信号的调制幅度不限于这种方法。例如,应该理解的是,调制信号检测单元的输出幅度可以进行调整,其方式使得调制信号检测单元能够输出具有与调制信号检测单元检测到的峰值检测电压的幅度对应的信号。光调制单元(即光调制单元的驱动电路)的增益可以被调整以控制光信号的调制幅度。

[0090] 在上述示例性实施例中,可通过应用诸如MDIO(管理数据输入/输出)或I2C(内部集成电路)的技术来实现通过可插拔电连接器11传递控制信号。

[0091] 在上述示例性实施例中,可以监视从光信号输出单元输出的光信号的功率,并且例如可以执行设置在光信号输出单元中的光源的光输出功率的反馈控制。在这种情况下,从光信号输出单元输出的光的一部分被分光器等分离,并且分离的光被诸如光电二极管的光接收设备所监视。因此,控制单元可以通过向控制单元通知监视结果来执行从光信号输出单元输出的光信号的功率的反馈控制。

[0092] 在上述示例性实施例中,当调制信号偏离了光信号检测单元最初应检测到的设定值并且产生差值时,命令单元控制提供到光信号输出单元的光调制单元的偏置电压来抵消该差值。然而,这仅仅是示例。例如,命令单元可以控制调制信号检测单元,使得调制信号MOD\_D的值与对应于调制信号MOD的峰值电压值的原始设定值相同。

[0093] 在第二示例性实施例中,描述了可插拔光接收器14和可插拔光接收器18是分开设置的。然而,应该理解,可插拔光接收器14和可插拔光接收器18可以构成集成的可插拔光接收器。

[0094] 在上述示例性实施例中,已经描述了控制单元、光信号输出单元和光接收单元的配置。然而,只要能够实现上述示例性实施例中的控制单元、光信号输出单元和光接收单元相同的功能和操作,则可以对控制单元、光信号输出单元和光接收单元中的每一个采用其它配置。

[0095] 以上参照示例性实施例描述了本发明,但是本发明不限于上述示例性实施例。在本发明的范围内,本发明的配置和细节可以以本领域技术人员能够理解的各种方式进行修改。

[0096] 本申请基于并且要求2015年9月30日提交的日本专利申请第2015-193342号的优先权权益,其公开内容整体以引用方式并入本文中。

[0097] 附图标记列表

[0098]	11	可插拔电连接器
[0099]	12、22	控制单元
[0100]	12A	调制方案检测单元
[0101]	12B、22B	命令单元
[0102]	12C、22C	存储器单元
[0103]	13	光信号输出单元
[0104]	14、18	可插拔光接收器
[0105]	15	调制信号检测单元
[0106]	16	光源
[0107]	17	光调制单元
[0108]	17A	光调制器
[0109]	17B	驱动电路
[0110]	19	光接收单元
[0111]	21	分光器
[0112]	31、32	偏振分束器 (PBS)
[0113]	33、34	90度混合器
[0114]	41至44	光/电转换器
[0115]	91	光纤
[0116]	92	光通信装置
[0117]	100、200	可插拔光模块
[0118]	171至174	光波导
[0119]	1000	光通信系统
[0120]	CON1至CON3	控制信号
[0121]	L0	本地振荡光
[0122]	Lorig	输出光
[0123]	LS	光信号
[0124]	L1	光
[0125]	MOD、MOD_D	调制信号
[0126]	PMA、PMB	相位调制区域

[0127] LUT11至LUT13、LUT21至LUT23 查找表

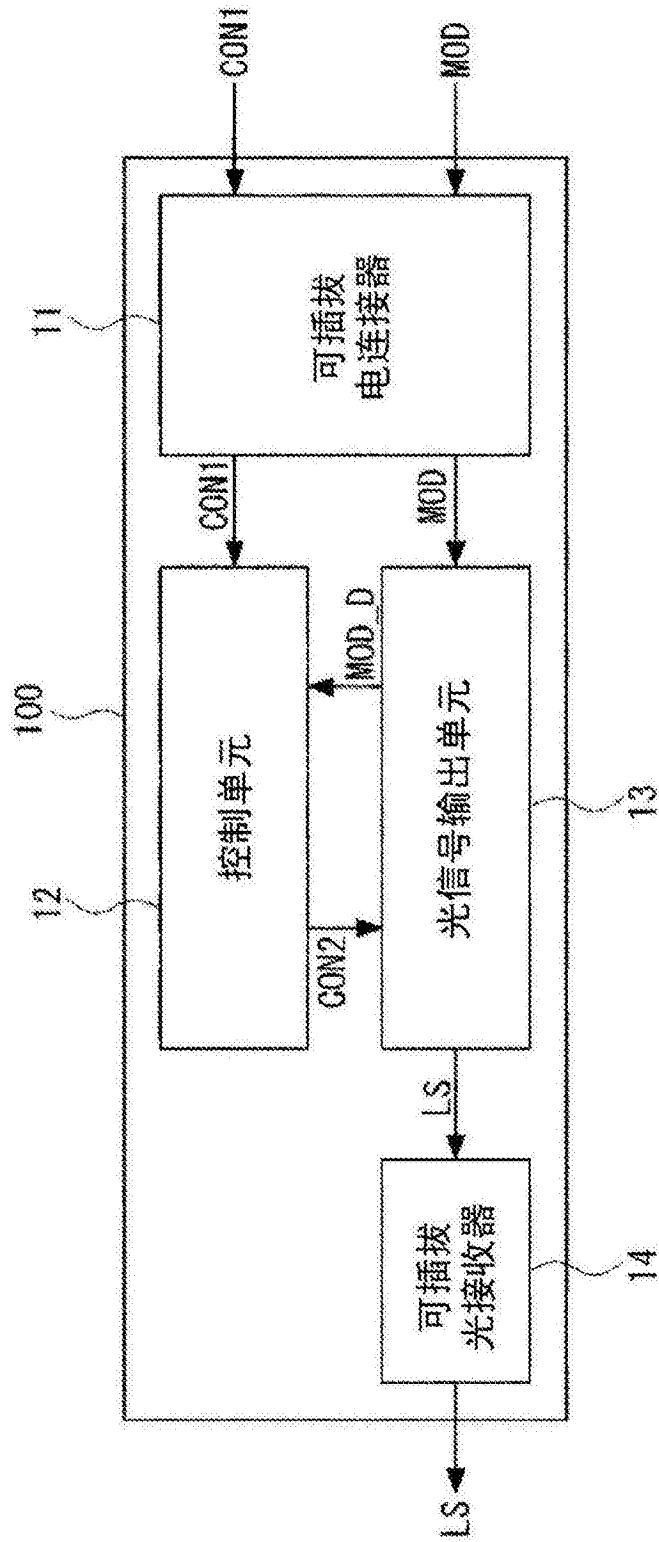


图1

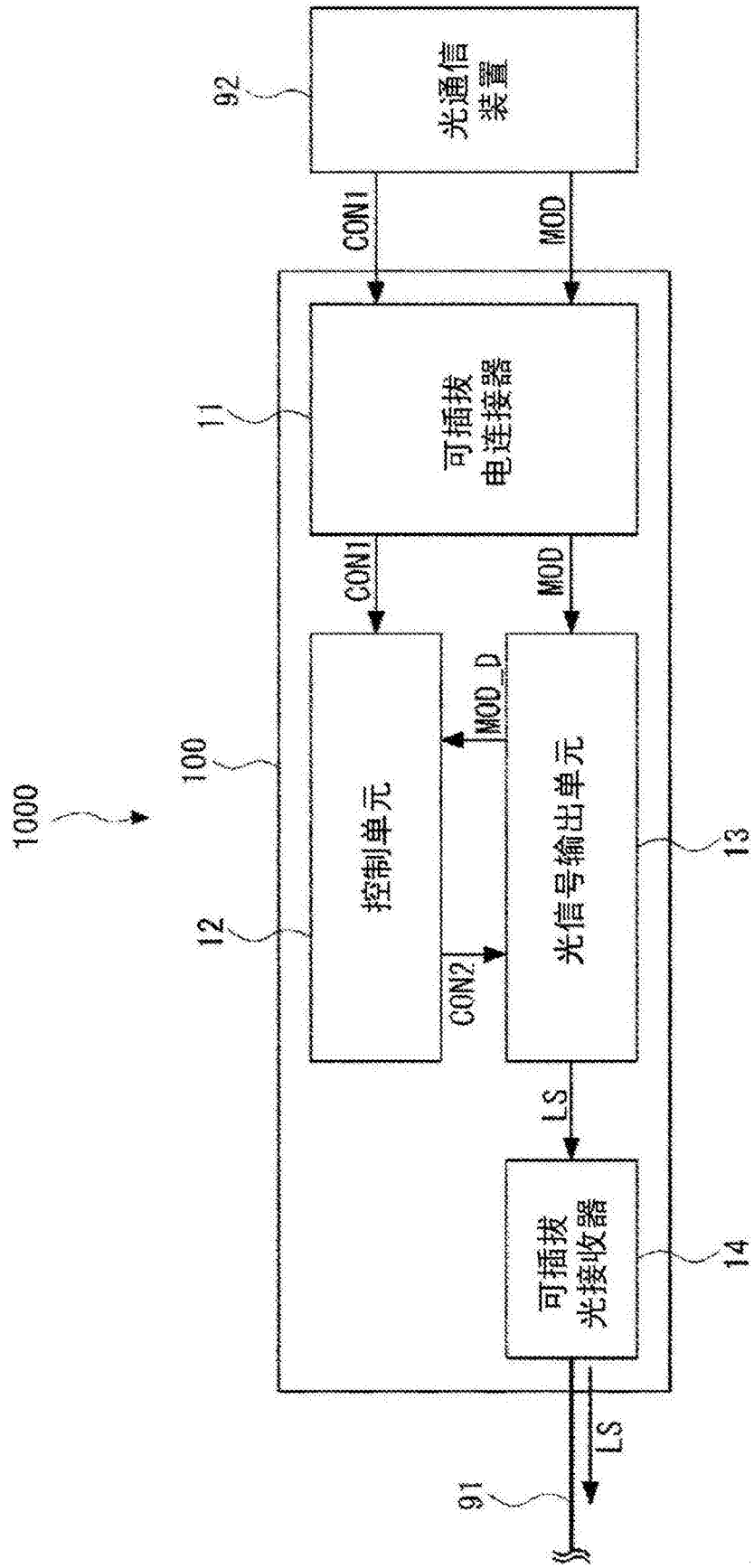


图2



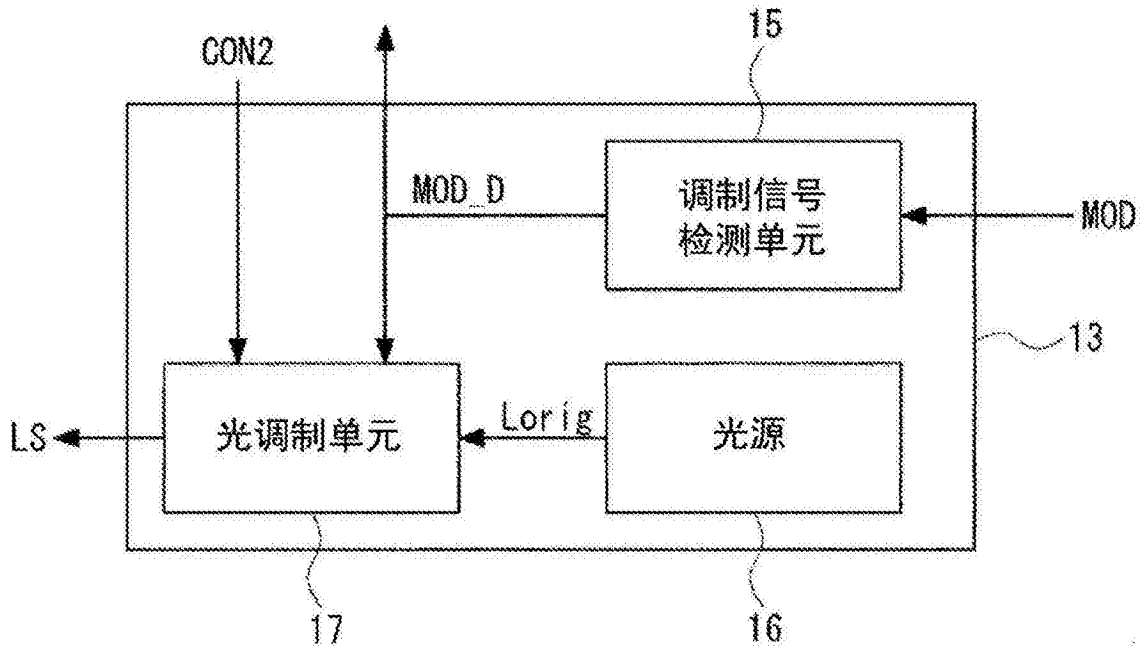


图3

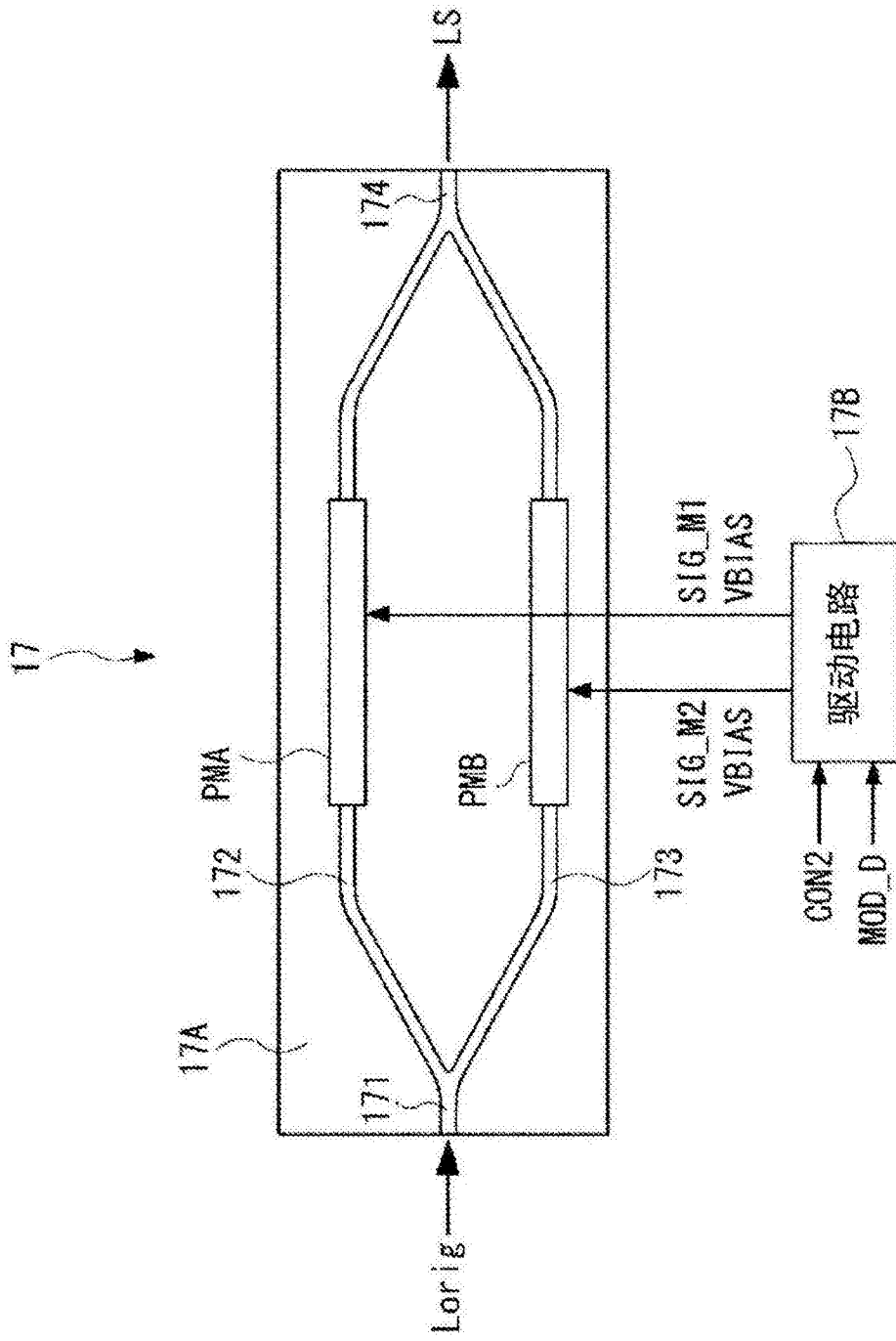


图4

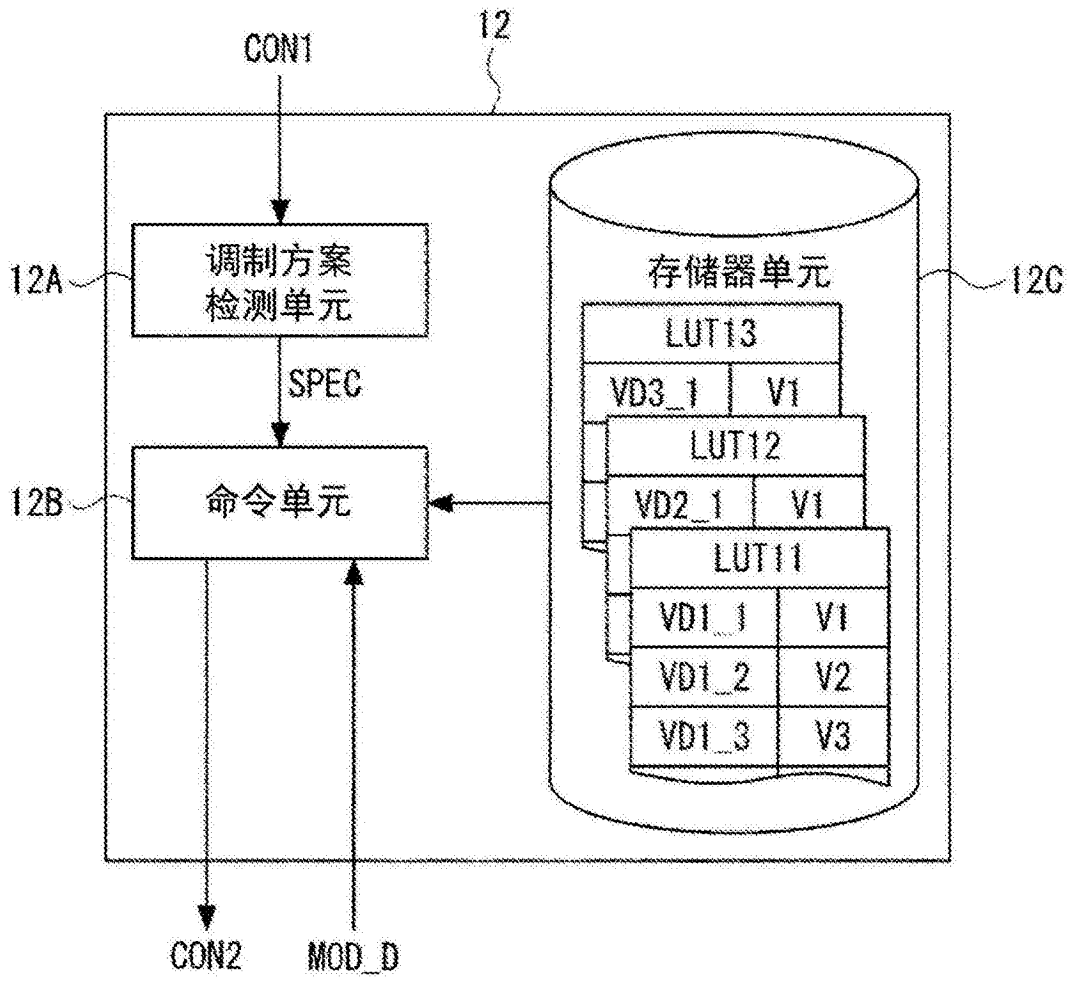


图5

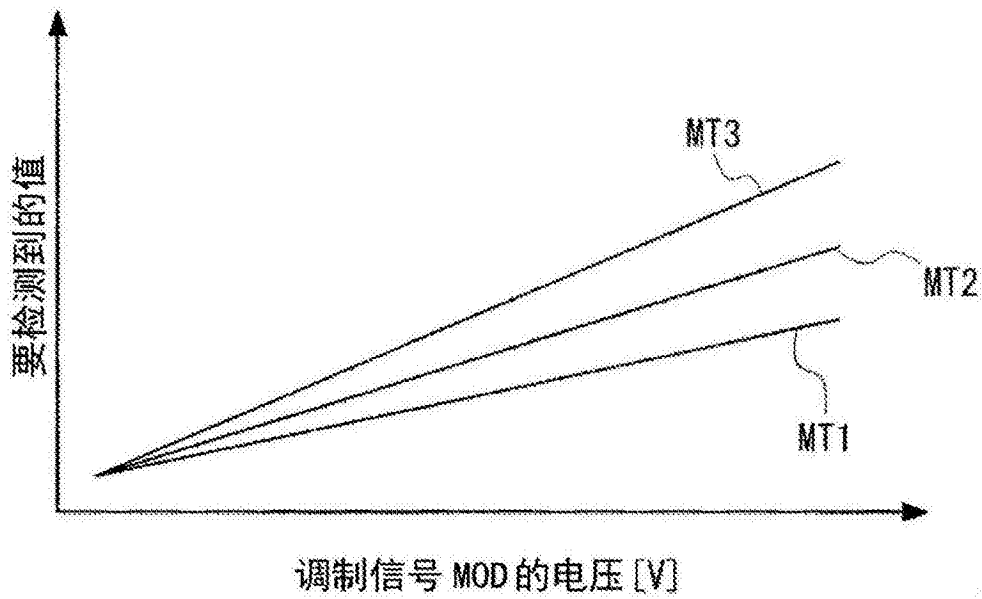


图6

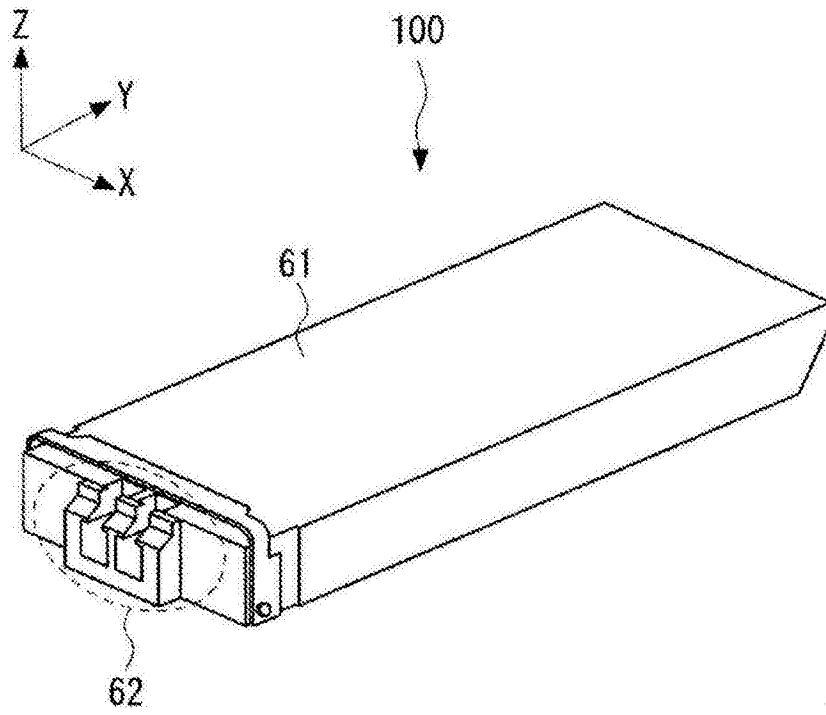


图7

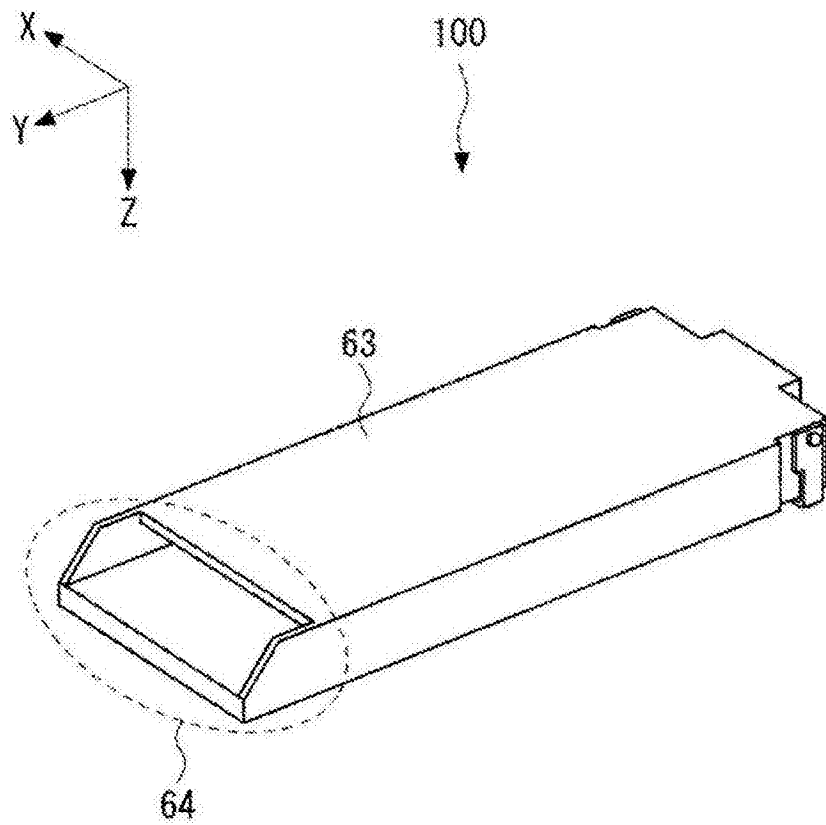


图8

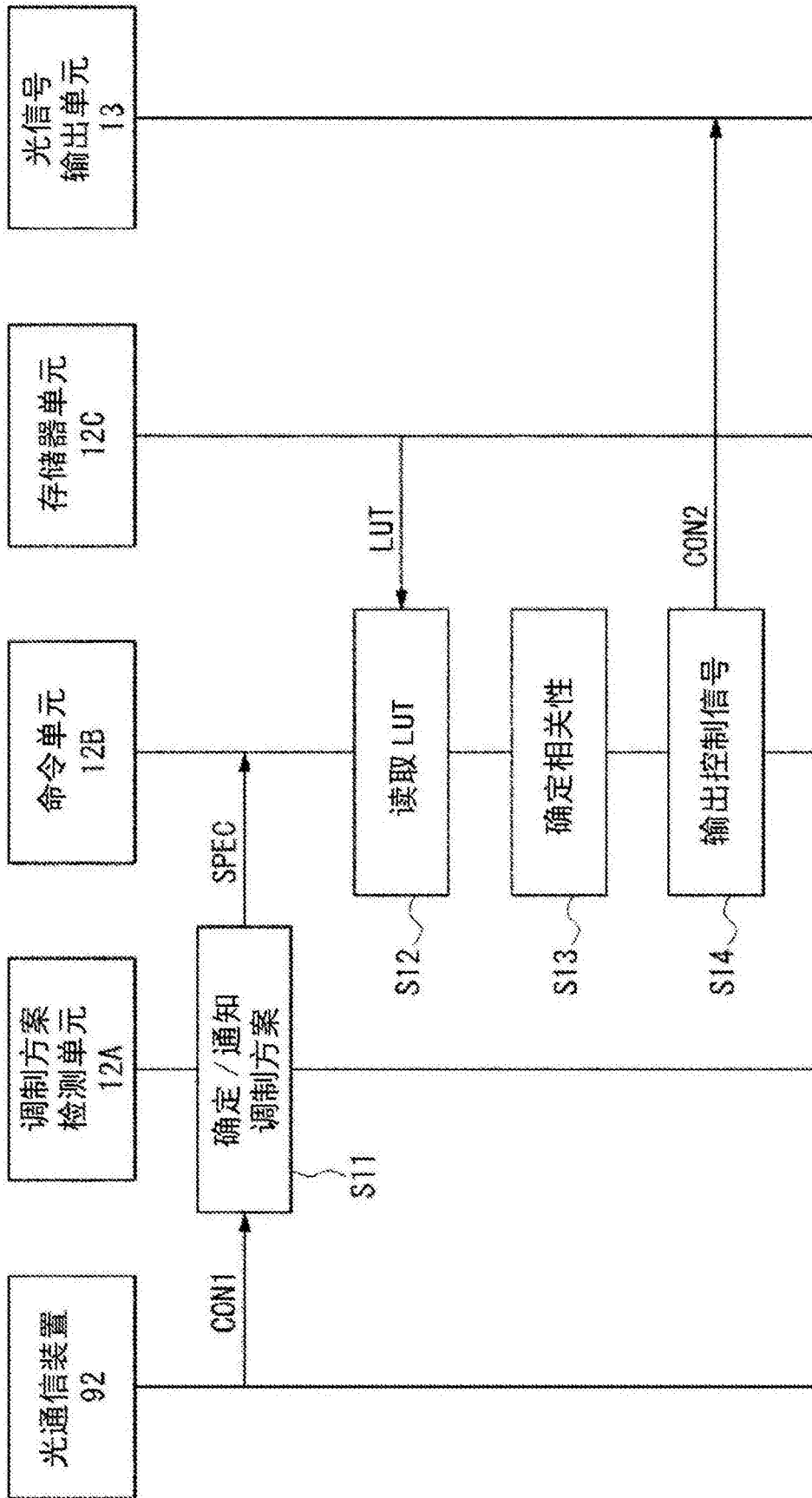


图9

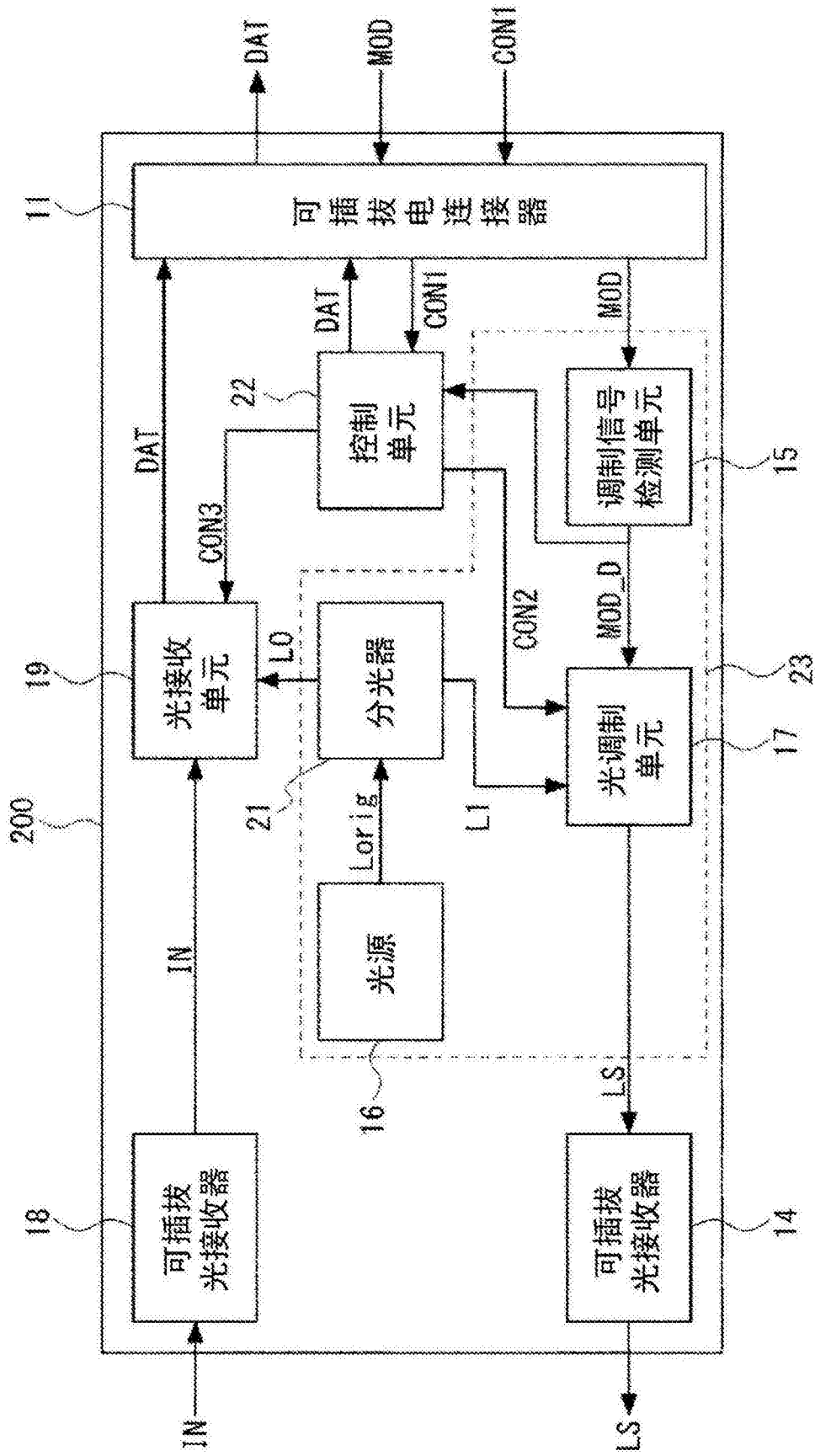


图10

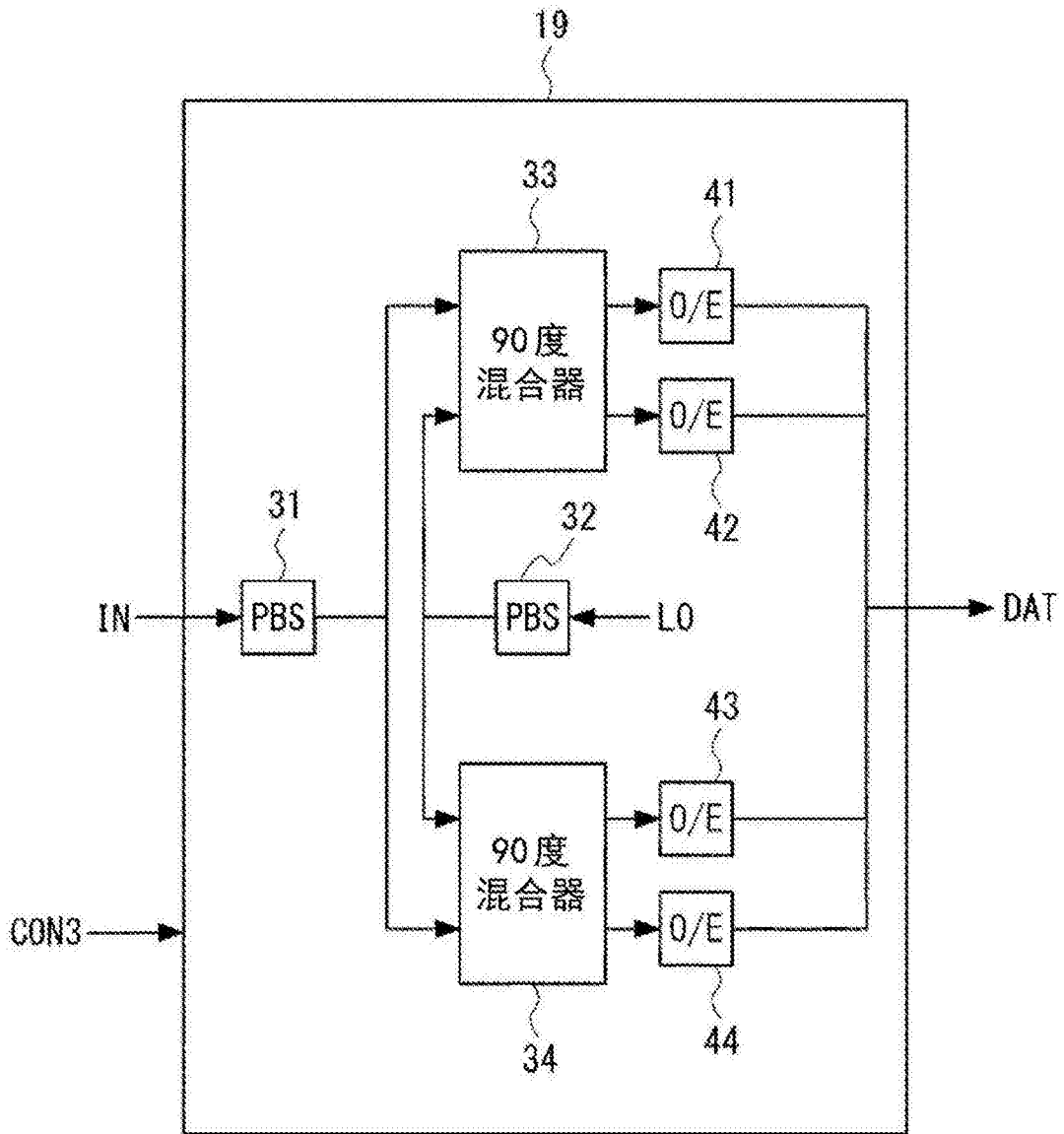


图11

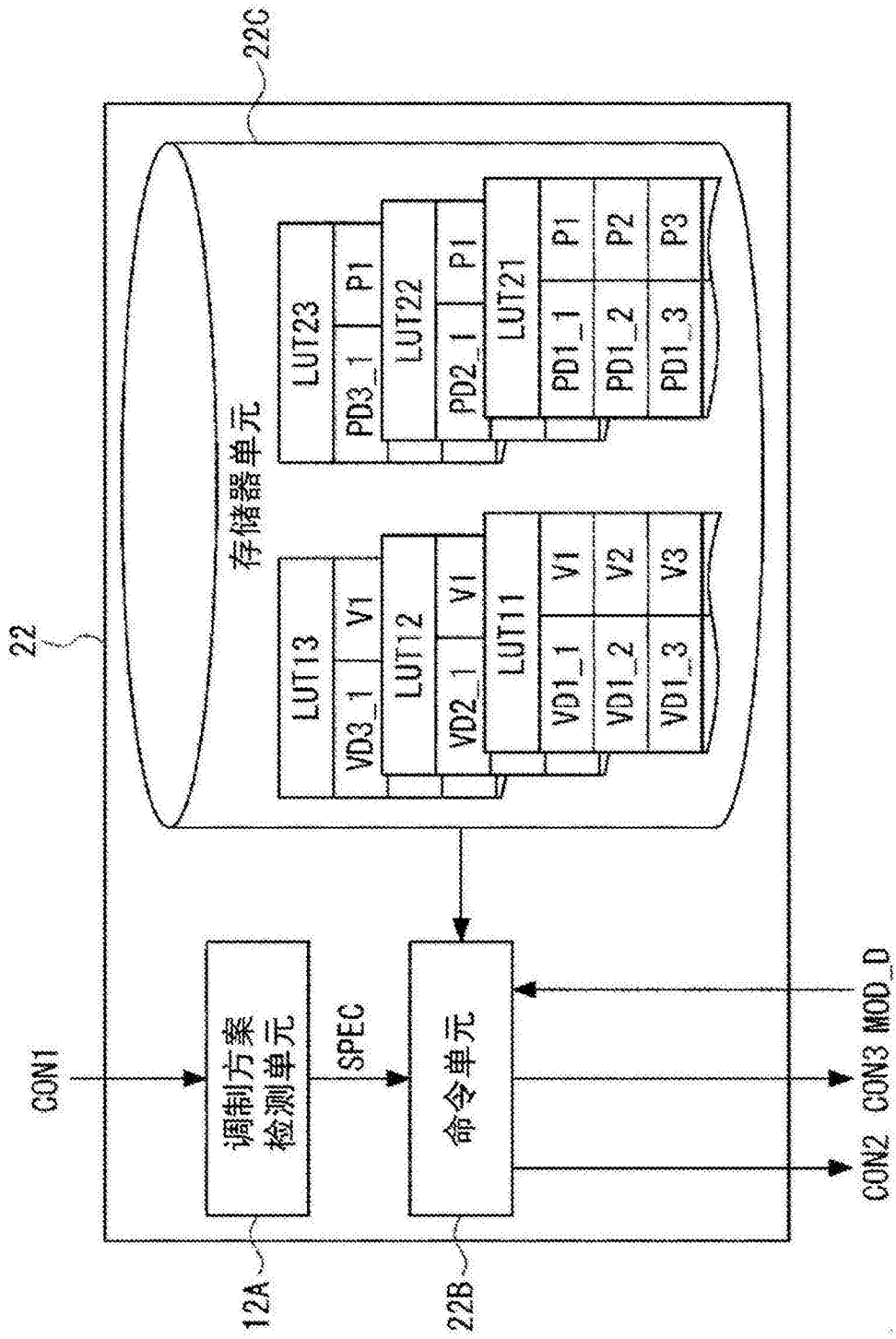


图12



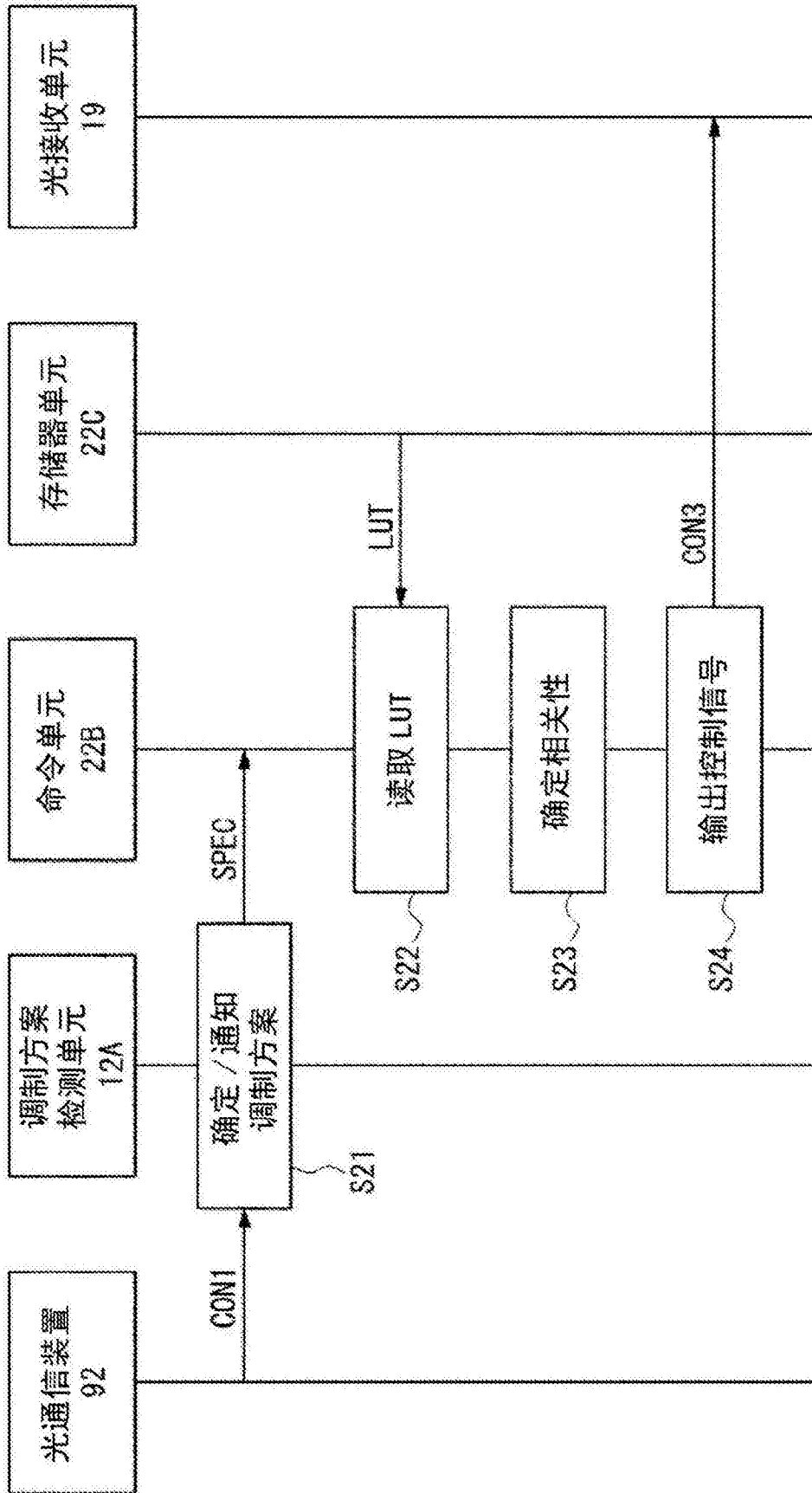


图13