



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110830399 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 15

(21) 申请号 201810911342.7

(22) 申请日 2018.08.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110830399 A

(43) 申请公布日 2020.02.21

(73) 专利权人 扬智科技股份有限公司
地址 中国台湾新竹市300金山八街1号6楼

(72) 发明人 李明达 倪勳哲

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 胡林岭

(51) Int. Cl.

H04L 25/03 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 105681238 A, 2016.06.15
- US 2006291551 A1, 2006.12.28
- CN 103957177 A, 2014.07.30
- CN 104753548 A, 2015.07.01
- CN 106998215 A, 2017.08.01
- CN 1235457 A, 1999.11.17
- CN 106411797 A, 2017.02.15
- CN 101771636 A, 2010.07.07
- US 2005163209 A1, 2005.07.28

审查员 罗林

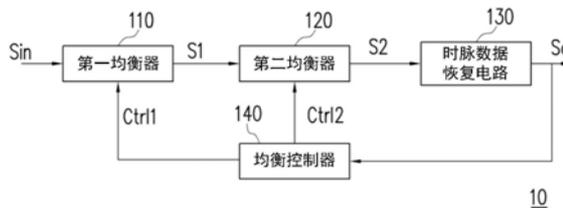
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

信号接收装置与其均衡器调校方法

(57) 摘要

一种信号接收装置与其均衡器调校方法。第一均衡器接收输入信号，依据第一均衡器参数补偿输入信号而产生第一均衡信号。第二均衡器依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号而产生第二均衡信号。时脉数据恢复电路恢复第二均衡信号而产生输出信号。均衡控制器接收输出信号，输出第一控制信号与第二控制信号，以藉由第一控制信号调整第一均衡器参数，并藉由第二控制信号调整第二均衡器参数。均衡控制器自输出信号侦测第一样式符号与第二样式符号，并根据计数期间内第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第二均衡器参数。



1. 一种信号接收装置,其特征在于,包括:

一第一均衡器,接收一输入信号,依据一第一均衡器参数补偿该输入信号而产生一第一均衡信号;

一第二均衡器,耦接该第一均衡器,依据一第二均衡器参数补偿该第一均衡信号而产生一第二均衡信号;

一时脉数据恢复电路,耦接该第二均衡器,恢复该第二均衡信号而产生一输出信号;以及

一均衡控制器,包括:

一第一参数控制器,接收该第一均衡信号并输出一第一控制信号,以藉由该第一控制信号调整该第一均衡器参数;以及

一第二参数控制器,接收该输出信号并输出一第二控制信号,以藉由该第二控制信号调整该第二均衡器参数,

其中,该第二参数控制器自该输出信号侦测一第一样式符号与一第二样式符号,并根据一计数期间内该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数。

2. 如权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,该第一参数控制器自该第一均衡信号侦测一第三样式符号与一第四样式符号,并根据该第三样式符号的数目与该第四样式符号的数目来调整该第一均衡器参数。

3. 如权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,该第一参数控制器包括一眼形监测器,该第一参数控制器量测该第一均衡信号的一眼形信息,并根据该眼形信息调整该第一均衡器参数。

4. 如权利要求3所述的信号接收装置,其特征在于,若该眼形信息不符合一眼形条件,该第一参数控制器调整该第一均衡器参数。

5. 如权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,在该第一参数控制器调整该第一均衡器参数的期间,该第二参数控制器调整该第二均衡器参数。

6. 如权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,该均衡控制器根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第一均衡器参数。

7. 如权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,该均衡控制器记录该计数期间内该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目,并判断该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的一绝对差值是否介于一预设容许范围之内。

8. 如权利要求7所述的信号接收装置,其特征在于,若该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的该绝对差值介于该预设容许范围之内,该均衡控制器不调整该第二均衡器参数;若该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的该绝对差值不介于该预设容许范围之内,该均衡控制器调整该第二均衡器参数。

9. 如权利要求7所述的信号接收装置,其特征在于,该第一样式符号由依序排列的多个第一比特数据组成,该第二样式符号由依序排列的多个第二比特数据组成,该些第一比特数据彼此相同,且该些第二比特数据中的起始比特数据相同于该些第二比特数据中的结束比特数据,而该些第二比特数据中的中间比特数据相异于该些第二比特数据中的该起始比

特数据。

10. 一种均衡器调校方法,其特征在于,包括:

透过一第一均衡器接收一输入信号,并依据一第一均衡器参数补偿该输入信号而产生一第一均衡信号;

透过一第二均衡器依据一第二均衡器参数补偿该第一均衡信号而产生一第二均衡信号;

透过一时脉数据恢复电路恢复该第二均衡信号而产生一输出信号;

透过一均衡控制器自该输出信号侦测一第一样式符号与一第二样式符号,并根据于一计数期间内该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数;以及

透过该均衡控制器输出一第一控制信号与一第二控制信号,以藉由该第一控制信号调整该第一均衡器参数,并藉由该第二控制信号调整该第二均衡器参数,

其中,透过该均衡控制器输出该第一控制信号与该第二控制信号,以藉由该第一控制信号调整该第一均衡器参数,并藉由该第二控制信号调整该第二均衡器参数的步骤包括:

透过该均衡控制器的一第一参数控制器接收该第一均衡信号并输出该第一控制信号,以藉由该第一控制信号调整该第一均衡器参数;以及

透过该均衡控制器的一第二参数控制器接收该输出信号并输出该第二控制信号,以藉由该第二控制信号调整该第二均衡器参数,

其中,透过该均衡控制器自该输出信号侦测该第一样式符号与该第二样式符号,并根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数的步骤包括:

透过该第二参数控制器自该输出信号侦测该第一样式符号与该第二样式符号,并根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数。

11. 如权利要求10所述的均衡器调校方法,其特征在于,所述方法更包括:

透过该第一参数控制器自该第一均衡信号侦测一第三样式符号与一第四样式符号,并根据该第三样式符号的数目与该第四样式符号的数目来调整该第一均衡器参数。

12. 如权利要求10所述的均衡器调校方法,其特征在于,该第一参数控制器包括一眼形监测器,而所述方法更包括:

透过该第一参数控制器量测该第一均衡信号的一眼形信息,并根据该眼形信息调整该第一均衡器参数。

13. 如权利要求12所述的均衡器调校方法,其特征在于,透过该第一参数控制器量测该第一均衡信号的一眼形信息,并根据该眼形信息调整该第一均衡器参数的步骤包括:

当该眼形信息不符合一眼形条件,透过该第一参数控制器调整该第一均衡器参数。

14. 如权利要求10所述的均衡器调校方法,其特征在于,在透过该第一参数控制器调整该第一均衡器参数的期间,透过该第二参数控制器调整该第二均衡器参数。

15. 如权利要求10所述的均衡器调校方法,其特征在于,透过该均衡控制器自该输出信号侦测该第一样式符号与该第二样式符号,并根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数的步骤更包括:

透过该均衡控制器根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第一均衡器参数。

16. 如权利要求10所述的均衡器调校方法,其特征在于,透过该均衡控制器自该输出信号侦测该第一样式符号与该第二样式符号,并根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数的步骤包括:

透过该均衡控制器记录该计数期间内该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数,并判断该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的一绝对差值是否介于一预设容许范围之内。

17. 如权利要求16所述的均衡器调校方法,其特征在于,透过该均衡控制器自该输出信号侦测该第一样式符号与该第二样式符号,并根据该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目来调整该第二均衡器参数的步骤更包括:

若该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的该绝对差值介于该预设容许范围之内,透过该均衡控制器不调整该第二均衡器参数;以及

若该计数期间内之该第一样式符号的数目与该第二样式符号的数目之间的该绝对差值不介于该预设容许范围之内,透过该均衡控制器调整该第二均衡器参数。

18. 如权利要求16所述的均衡器调校方法,其特征在于,该第一样式符号由依序排列的多个第一比特数据组成,该第二样式符号由依序排列的多个第二比特数据组成,该些第一比特数据彼此相同,且该些第二比特数据中的起始比特数据相同于该些第二比特数据中的结束比特数据,而该些第二比特数据中的中间比特数据相异于该些第二比特数据中的该起始比特数据。

信号接收装置与其均衡器调校方法

技术领域

[0001] 本发明是有关于利用均衡器补偿接收信号的方法,且特别是有关于一种信号接收装置与其均衡器调校方法。

背景技术

[0002] 在信号传输的过程中,传输通道中的信号会因为通道效应而有相当的损失与失真。因此,在信号接收装置一般会设置用于补偿通道效应的均衡器(Equalizer)。具体而言,均衡器用以补偿或消除在信号传递过程中因不理想通道因素所导致的信号变形与/或信号衰减。因应高速传输时代的来临,应用差分信号的高速信号传输规格,例如高解析度多媒体接口(HDMI)与显示端口视频接口(DP)等等,已广泛见于电脑装置或一般消费性电子产品。这些应用高速信号传输规格的信号接收装置一般皆有设置可适应性均衡器(Adaptive Equalizer)来均衡接收信号,其经由通道估测结果对通道效应做补偿进而降低传送错误率,致使信号接收装置能正确分析与运用接收到的数据。在许多高速信号传输系统中,适应性均衡器是在信号发射装置与信号接收装置之间的连线建立后,根据预设的调校机制来调整所使用的均衡器设定。

[0003] 然而,传输线的材质与长度等多项因素都将造成信号呈现不同程度的衰减与失真。此外,对于不同的传输规格而言,其各自规范有不同的通道损耗定义与补偿量。换言之,可适应均衡器需要因应于不同的传输环境与传输规格而进行设计。若将针对特定传输规格而设计的可适应性均衡器应用至支援不同传输规格的另一信号接收装置,将导致此另一接收装置的效能下降。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种信号接收装置与其均衡器调校方法,其可相容于不同的传输规格,让均衡器的使用上更加弹性且不受限。

[0005] 本发明的一实施例提供一种信号接收装置,其包括第一均衡器、第二均衡器、时脉数据恢复电路,以及均衡控制器。第一均衡器接收输入信号,依据第一均衡器参数补偿输入信号而产生第一均衡信号。第二均衡器耦接第一均衡器,依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号而产生第二均衡信号。时脉数据恢复电路耦接第二均衡器,恢复第二均衡信号而产生输出信号。均衡控制器接收输出信号,输出第一控制信号与第二控制信号,以藉由第一控制信号调整第一均衡器参数,并藉由第二控制信号调整第二均衡器参数。其中,均衡控制器自输出信号侦测第一样式符号与第二样式符号,并根据计数期间内第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第二均衡器参数。

[0006] 从另一观点来看,本发明提出一种均衡器调校方法,所述方法包括下列步骤。透过第一均衡器接收输入信号,并依据第一均衡器参数补偿输入信号而产生第一均衡信号。透过第二均衡器依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号而产生第二均衡信号。透过时脉数据恢复电路恢复第二均衡信号而产生输出信号。透过均衡控制器自输出信号侦测第一样式符

号与第二样式符号,并根据于计数期间内第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第二均衡器参数。透过均衡控制器输出第一控制信号与第二控制信号,以藉由第一控制信号调整第一均衡器参数,并藉由第二控制信号调整第二均衡器参数。

[0007] 基于上述,在本发明的实施例中,第一均衡器将依据第一均衡器参数来进行信号补偿,第二均衡器将依据第二均衡器参数来进行信号补偿,而均衡控制器将同时调整第一均衡器参数与第二均衡器参数。藉此,均衡控制器可于单一阶段同时对第一均衡器与第二均衡器进行调校,使信号补偿快速达到最佳化。此外,决定第一均衡器参数与第二均衡器参数的调校收敛条件可相容于不同传输规格。

[0008] 为了让本发明的上述特征和优点能更明显易懂,下文特举实施例,并配合所附图式作详细说明如下。

附图说明

[0009] 图1是根据本发明的一实施例所绘示的信号接收装置的方块示意图。

[0010] 图2是根据本发明的一实施例所绘示的均衡器调校方法的流程图。

[0011] 图3是根据本发明的一实施例所绘示的信号接收装置的方块示意图。

[0012] 图4是根据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。

[0013] 图5是根据本发明一实施例所绘示的藉由搜索特定符号来调整均衡器参数的流程图。

[0014] 图6A至图6C绘示不同补偿状态下搜寻第一样式符号与第二样式符号的范例。

[0015] 图7是依据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。

[0016] 图8为依据本发明一实施例所绘示的依据眼形信息调整均衡器参数的流程图。

[0017] 图9绘示量测眼形信息的范例。

[0018] 图10是依据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。

[0019] 附图标记说明

[0020] 10、20: 信号接收装置

[0021] 110: 第一均衡器

[0022] 120: 第二均衡器

[0023] 130: 时脉数据恢复电路

[0024] 140: 均衡控制器

[0025] 141: 第一参数控制器

[0026] 142: 第二参数控制器

[0027] T1~T3: 计数时期

[0028] SL: 理想信号

[0029] SC1~SC3: 实际信号

[0030] 91: 差分信号眼图

[0031] Vr1、Vr2: 参考电压

[0032] CLK_S: 扫描时脉

[0033] EW: 信号眼形宽度值

[0034] EH: 信号眼形高度值

[0035] S201~S205、S401~S407、S501~S504、S701~S707、S801~S804、S1001~S1006：步骤

具体实施方式

[0036] 现将详细参考本示范性实施例，在附图中说明所述示范性实施例之实例。另外，凡可能之处，在图式及实施方式中使用相同标号的元件/构件代表相同或类似部分。

[0037] 图1是根据本发明的一实施例所绘示的信号接收装置的方块示意图。请参照图1，信号接收装置10包括第一均衡器110、第二均衡器120、时脉数据恢复 (Clock and Data Recovery, CDR) 电路130，以及均衡控制器140。

[0038] 第一均衡器110接收输入信号 S_{in} ，依据第一均衡器参数补偿输入信号 S_{in} 而产生第一均衡信号 S_1 。第二均衡器120耦接第一均衡器110，依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号 S_1 而产生第二均衡信号 S_2 。在本范例实施例中，输入信号 S_{in} 为一种数据信号，其可为用以传递一连串的比特数据的差分信号，其中，每一个比特数据是指一个比特‘0’或‘1’。一般而言，信号接收装置10所接收之输入信号 S_{in} 因为通道效应引起衰减或失真，而第一均衡器110与第二均衡器120用以对输入信号 S_{in} 进行补偿，从而产生信号品质较佳且有利于分析的第二均衡信号 S_2 。

[0039] 具体而言，第一均衡器110可依据由第一均衡器参数所决定的信号补偿强度对输入信号 S_{in} 进行补偿并输出补偿过的第一均衡信号 S_1 ，而第二均衡器120可依据由第二均衡器参数所决定的信号补偿强度对第一均衡信号 S_1 进行补偿并输出补偿过的第二均衡信号 S_2 ，以对信号传输过程的通道效应进行补偿。需说明的是，第一均衡器110与第二均衡器120可由包含多个电子元件 (例如，电容、电阻、电感等) 的适应性均衡器而实现。其中，第一均衡器参数与第二均衡器参数例如为由均衡器之电阻的电阻值、均衡器之电容的电容值或其组合所形成。换言之，第一均衡器110与第二均衡器120对于信号的补偿强度将随着第一均衡器参数与第二均衡器参数之调整而改变。

[0040] 在本范例实施例中，第一均衡器110与第二均衡器120的其中之一可包括连续时间线性均衡器 (Continuous-Time Linear Equalizer, CTLE)，并且第一均衡器110与第二均衡器120的其中之一可包括决策回授均衡器 (Decision Feedback Equalizer, DFE)。例如，第一均衡器110为CTLE均衡器，而第二均衡器120为DFE均衡器。

[0041] 时脉数据恢复电路130耦接第二均衡器120，恢复第二均衡信号 S_2 而产生输出信号 S_d 。在本范例实施例中，时脉数据恢复电路130取样第二均衡信号 S_2 以产生输出信号 S_d 。此外，于一实施例中，时脉数据恢复电路130也可执行锁相操作 (phase lock) 而产生时脉信号。进一步而言，时脉数据恢复电路130可依据锁相操作而产生的时脉信号来取样第二均衡信号 S_2 而产生输出信号 S_d 。

[0042] 均衡控制器140接收输出信号 S_d ，输出第一控制信号 $Ctrl_1$ 与第二控制信号 $Ctrl_2$ ，以藉由第一控制信号 $Ctrl_1$ 调整第一均衡器参数，并藉由第二控制信号 $Ctrl_2$ 调整第二均衡器参数。具体而言，均衡控制器140用以调整第一均衡器110的第一均衡器参数与第二均衡器120的第二均衡器参数。均衡控制器140利用第一控制信号 $Ctrl_1$ 与第二控制信号 $Ctrl_2$ 来控制第一均衡器参数与第二均衡器参数，以达到调校第一均衡器110与第二均衡器120的信号补偿强度的目的，直至第一均衡器110与第二均衡器120所接收之信号满足预设收敛条

件。

[0043] 于本范例实施例中,随着输入信号Sin的持续输入,时脉数据恢复电路130也将持续输出一连串的比特数据(即为输出信号Sd)。均衡控制器140可自输出信号Sd中侦测第一样式符号与第二样式符号。所述的第一样式符号与第二样式符号系由具有特定排列方式的多个比特数据而组成。以针对补偿不足或过度的信号进行取样而产生的输出信号Sd为例,均衡控制器140可在计数期间内之输出信号Sd的一连串比特数据中搜寻到第一样式符号与第二样式符号,此详细实施细节将于后续清楚说明。于是,均衡控制器140可统计在计数期间内出现于输出信号Sd中的第一样式符号以及第二样式符号的数目。之后,均衡控制器140可根据此计数期间内第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第二均衡器参数,以经由第二控制信号Ctr12控制第二均衡器参数的设置,从而达到调校第二均衡器120的信号补偿强度的目的。

[0044] 需说明的是,于一实施例中,均衡控制器140也可同样根据出现于输出信号Sd的比特数据中的第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第一均衡器参数。亦即,也可透过对输出信号Sd搜寻具备特定比特样式的符号来进行第一均衡器参数的调整,但本发明并不限制于此。于其他实施例中,可基于其他信号与其他调整方式来进行第一均衡器参数的调整。例如,于另一实施例中,第一均衡器参数可基于第一均衡信号S1的眼形信息(Eye Diagram)进行调整。又或者,于又一实施例中,第一均衡器参数也可透过对第一均衡信号S1进行取样并搜寻具备特定比特样式的符号来进行调整。据此,均衡控制器140可同时调整第一均衡器参数与第二均衡器参数,直至输出信号Sd(与第一均衡信号S1)的状态满足均衡收敛条件。

[0045] 图2是根据本发明的一实施例所绘示的均衡器调校方法的流程图。本实施例的均衡器调校方法的相关实施细节以及相关装置特征可由上述关于图1的叙述当中获得,在此不再加以赘述。

[0046] 请同时参照图1与图2,于步骤S201,透过第一均衡器110接收输入信号Sin,并依据第一均衡器参数补偿输入信号Sin而产生第一均衡信号S1。于步骤S202,透过第二均衡器120依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号S1而产生第二均衡信号S2。于步骤S203,透过时脉数据恢复电路130恢复第二均衡信号S2而产生输出信号Sd。于步骤S204,透过均衡控制器140自输出信号Sd侦测第一样式符号与第二样式符号,并判断一计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。于本实施例中,均衡控制器140将依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目决定如何调整第二均衡器参数。于是,于步骤S205,透过均衡控制器140输出第一控制信号Ctr11并依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目输出第二控制信号Ctr12,以藉由第一控制信号Ctr11调整第一均衡器参数,并藉由第二控制信号Ctr12调整第二均衡器参数。

[0047] 基于图1与图2之示范性实施例的说明,透过利用均衡控制器140于单一阶段并行调整第一均衡器110的第一均衡参数与第二均衡器120的第二均衡器参数,本发明实施例的信号接收装置10不需要分成两个时期阶段来分别对第一均衡器110与第二均衡器120进行调校,从而缩短锁定适应性均衡器参数的锁定时间。

[0048] 以下将列举示范性实施例以清楚说明第一均衡器参数与第二均衡器参数的详细调整方式。

[0049] 图3是根据本发明的一实施例所绘示的信号接收装置的方块示意图。请参照图3，信号接收装置20包括第一均衡器110、第二均衡器120、时脉数据恢复电路130，以及均衡控制器140。于本示范性实施例中，均衡控制器140包括第一参数控制器141以及第二参数控制器142。

[0050] 第一参数控制器141接收第一均衡信号S1并输出第一控制信号Ctrl1，以藉由第一控制信号Ctrl1调整第一均衡器110的第一均衡器参数。需特别说明的是，于一实施例中，第一参数控制器141可包括眼形监测器，用以量测第一均衡信号S1的眼形信息，并依据第一均衡信号S1的眼形信息调整第一均衡器参数。或者，于另一实施例中，第一参数控制器141可侦测第一均衡信号S1中的第三样式符号与第四样式符号，并根据第三样式符号的数目与第四样式符号的数目调整第一均衡器参数。也就是说，第一均衡器110的补偿强度可透过量测第一均衡信号S1的眼形信息或于第一均衡信号S1的取样结果搜寻特定样式符号来进行调整。

[0051] 需注意的是，在第一参数控制器141对第一均衡器参数进行调整的期间，第二参数控制器142也在调整第二均衡器参数。第二参数控制器142接收输出信号Sd并据以输出第二控制信号Ctrl2，以藉由第二控制信号Ctrl2调整第二均衡器120的第二均衡器参数。于本示范性实施例中，第二参数控制器142侦测输出信号Sd中的第一样式符号与第二样式符号，并根据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第二均衡器参数。也就是说，第二均衡器120的补偿强度可透过于输出信号Sd搜寻特定样式符号来进行调整。

[0052] 图4是依据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。图4所示实施例适用于图3实施例中的信号接收装置20，以下即搭配信号接收装置20中的各项元件说明本实施例的详细步骤。

[0053] 于步骤S401，透过第一均衡器110接收输入信号Sin，并依据第一均衡器参数补偿输入信号Sin而产生第一均衡信号S1。于步骤S402，透过第二均衡器120依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号S1而产生第二均衡信号S2。于步骤S403，透过时脉数据回电路130恢复第二均衡信号S2而产生输出信号Sd。

[0054] 于步骤S404，透过第二参数控制器142侦测输出信号Sd中的第一样式符号与第二样式符号，并判断第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。于此，第二参数控制器142将依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目决定如何调整第二均衡器参数。于步骤S405，透过第二参数控制器142依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目输出第二控制信号Ctrl2，以藉由第二控制信号Ctrl2调整第二均衡器参数。

[0055] 于本范例实施例中，第二参数控制器142可依据一计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间的一绝对差值来决定是否调整第二均衡器120的第二均衡器参数。此外，第二参数控制器142可依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来判断第二均衡器120是过度补偿或是补偿不足，从而调整第二均衡器120的第二均衡器参数。

[0056] 于步骤S404~步骤S405执行的同时，于步骤S406，透过第一参数控制器141侦测第一均衡信号S1中的第三样式符号与第四样式符号，并判断第三样式符号与第四样式符号的数目。于此，第一参数控制器141将依据第三样式符号的数目与第四样式符号的数目决定如何调整第一均衡器参数。于步骤S407，透过第一参数控制器141依据第三样式符号的数目与第四样式符号的数目输出第一控制信号Ctrl1，以藉由第一控制信号Ctrl1调整第一均衡器

参数。也就是说,第一参数控制器141可先对第一均衡信号S1进行取样并判断计数期间内之比特序列是否有第三样式符号与第四样式符号的存在,并依据第三样式符号与第四样式符号的数目来调整第一均衡器参数。

[0057] 相似的,于本范例实施例中,第一参数控制器141可依据一计数期间内之第三样式符号的数目与第四样式符号的数目之间的绝对差值来决定是否调整第一均衡器110的第一均衡器参数。此外,第一参数控制器141可依据第三样式符号的数目与第四样式符号的数目来判断第一均衡器110是过度补偿或是补偿不足,从而调整第一均衡器120的第一均衡器参数。

[0058] 详细而言,图5是依据本发明一实施例所绘示的藉由搜索特定符号来调整均衡器参数的流程图。以下将先以第二参数控制器142为搭配图5进行说明。请参照图5,于步骤S501,第二参数控制器142初始化第二均衡器参数。于步骤S502,第二参数控制器142记录输出信号Sd中第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。具体而言,随着输出信号Sd的比特数据逐一输入至第二参数控制器142,第二参数控制器142可侦测于计数期间内所收集的比特序列之中,是否存在第一样式符号与第二样式符号。当搜寻到第一样式符号与第二样式符号,第二参数控制器142记录第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。

[0059] 其中,在一实施例中,第一样式符号由依序排列的多个第一比特数据组成,每一个第一比特数据可以是一个比特‘0’或‘1’。于本发明实施例中,组成第一样式符号的多个第一比特数据彼此相同(例如,第一样式符号为3比特的‘000’或‘111’)。此外,第二样式符号由依序排列的多个第二比特数据组成,每一个第二比特数据可以是一个比特‘0’或‘1’。于本发明实施例中,组成第二样式符号的多个第二比特数据中的起始比特数据相同于第二比特数据中的结束比特数据,且第二样式符号的第二比特数据中的中间比特数据相异于第二样式符号的第二比特数据中的起始比特数据(例如,第二样式符号为3比特的‘010’或‘101’)。接着,于步骤S503,第二参数控制器142判断计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间的绝对差值是否介于预设容许范围之内。预设容许范围是由一上限值与一下限值所形成的数值范围区间。预设容许范围的上限值与下限值可依据实际需求而设计之。

[0060] 若计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间的绝对差值介于预设容许范围之内(步骤S503判断为是),第二参数控制器142则不调整均衡器参数(即第二均衡器参数)。相反的,若计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目不介于预设容许范围之内,亦即计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间的绝对差值落于预设容许范围之外,(步骤S503判断为否),于步骤S504,第二参数控制器142则调整均衡器参数(即第二均衡器参数)。

[0061] 图6A至图6C绘示不同补偿状态下搜寻第一样式符号与第二样式符号的范例。以下将先以第二参数控制器142搭配图6A至图6C进行说明。在图6A至图6C中,时脉数据恢复电路130输出的实际信号以实线表示(例如,SC1~SC3),而理想中欲得到的信号则以虚线表示(例如,SL)。为方便说明,本实施例假设第一样式符号为‘000’或‘111’且第二样式符号为‘010’或‘101’,且预设容许范围是以下限值为-1且上限值为1之间的数值范围区间作为范例进行说明。然而,图6A至图6C是用以说明本发明原理的范例,并非用以限定本发明。第一样式符号、第二样式符号,与预设容许范围可以依据不同的设计考量,而采用其他合适的设

计方式。另外需说明的是,于本范例实施例中,第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间的绝对差值介于预设容许范围之内并不包括绝对差值等于预设容许范围的上限值或下限值的情况。亦即,第二参数控制器142可基于数学关系式{下限值<绝对差值<上限值}来判断绝对差值是否介于预设容许范围之内,而决定是否调整第二均衡器参数。

[0062] 请先参照图6A,时脉数据恢复电路130于计数期间T1对实际信号SC1进行取样,而其取样结果为‘0001000’。接着,第二参数控制器142搜寻比特序列‘0001000’是否包括第一样式符号‘000’或‘111’与第二样式符号‘010’或‘101’。由于比特序列‘0001000’包括二个第一样式符号‘000’以及一个第二样式符号‘010’,因此第二参数控制器142可判定在此计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间之绝对差值等于1且不介于预设容许范围之内,因此相应调整第二均衡器参数而调校第二均衡器120的补偿强度。具体而言,在此实施例中,基于第一样式符号包括三个比特值相同的第一比特数据(‘000’或‘111’)且第二样式符号包括比特值交错相异的第二比特数据(‘010’或‘101’),在第一样式符号的数目多于第二样式符号的数目的情况下,代表实际信号SC1尚处于补偿不足的状态,因此第二参数控制器142将相应调整第二均衡器参数,以达成增强第二均衡器120的补偿强度的结果。

[0063] 请参照图6B,时脉数据恢复电路130于计数期间T2对实际信号SC2进行取样,而其取样结果为‘1011101’。第二参数控制器142搜寻比特序列‘1011101’是否包括第一样式符号‘000’或‘111’与第二样式符号‘010’或‘101’。由于比特序列‘1011101’包括一个第一样式符号‘111’以及二个第二样式符号‘101’,因此第二参数控制器142可判定计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间之绝对差值等于1且不介于预设容许范围之内,因此,调整第二均衡器参数而调校第二均衡器120的补偿强度。具体而言,在此实施例中,基于第一样式符号包括三个比特值相同的第一比特数据(‘000’或‘111’)且第二样式符号包括比特值交错相异的第二比特数据(‘010’或‘101’),在第一样式符号的数目少于第二样式符号的数目的情况下,代表实际信号SC2尚处于补偿过度的状态,因此第二参数控制器142将相应调整第二均衡器参数,以达成降低第二均衡器120的补偿强度的结果。

[0064] 请参照图6C,时脉数据恢复电路130于计数期间T3对实际信号SC3进行取样,而其取样结果为‘1001100’(或‘0011001’)。第二参数控制器142搜寻比特序列‘1001100’(或‘0011001’)是否包括第一样式符号‘000’或‘111’与第二样式符号‘010’或‘101’。由于比特序列‘1001100’(或‘0011001’)不包括任何第一样式符号以及与任何第二样式符号,因此第二参数控制器142可判定计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目之间之绝对差值等于0且介于预设容许范围之内,因且不调整第二均衡器参数。具体而言,在此实施例中,基于第一样式符号包括三个比特值相同的第一比特数据(‘000’或‘111’)且第二样式符号包括比特值交错相异的第二比特数据(‘010’或‘101’),在第一样式符号的数目等于第二样式符号的数目的情况下,代表实际信号SC3已经处于补偿正确的状态,因此第二参数控制器142将不调整第二均衡器参数,以达成维持第二均衡器120的补偿强度的结果。

[0065] 此外,基于图6A至图6C的范例,第二参数控制器142也可透过判断计数期间内之第一样式符号的数目与第二样式符号的数目是否相等来决定是否调整第二均衡器参数。当计数期间内之第一样式符号的数目等于第二样式符号的数目(如图6C),则第二参数控制器142将不调整第二均衡器参数。当计数期间内之第一样式符号的数目不等于第二样式符号

的数目(如图6A与图6B),则第二参数控制器142将调整第二均衡器参数。

[0066] 需说明的是,第一参数控制器141调整第一均衡器参数的操作与原理相似于第二参数控制器142调整第二均衡器参数的操作与原理,详细实施内容可参照图5与图6A至图6C的说明而推知。进一步而言,基于图5的流程,第一参数控制器141可先初始化第一均衡器参数,并接着记录第一均衡信号S1中第三样式符号的数目与第四样式符号的数目。当搜寻到第三样式符号与第四样式符号,第一参数控制器141记录第三样式符号的数目与第四样式符号的数目。之后,第一参数控制器141可判断计数期间内之第三样式符号的数目与第四样式符号的数目之间的绝对差值是否介于一预设容许范围之内。当计数期间内之第三样式符号的数目与计数期间内之第四式符号的数目之间的绝对差值介于预设容许范围之内,第一参数控制器141则不调整第一均衡器参数。相反的,当计数期间内之第三样式符号的数目与计数期间内之第四样式符号的数目之间的差值不介于预设容许范围之内,第一参数控制器141调整第一均衡器参数。亦即,第一参数控制器141与第二参数控制142皆是透过搜寻特定样式符号来调整均衡器参数。另外,第一参数控制器141所使用的计数期间长度可相同或不同于第二参数控制器142所使用的计数期间长度。

[0067] 图7是依据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。图7所示实施例适用于图3实施例中的信号接收装置20,以下即搭配信号接收装置20中的各项元件说明本实施例的详细步骤。

[0068] 于步骤S701,透过第一均衡器110接收输入信号 S_{in} ,并依据第一均衡器参数补偿输入信号 S_{in} 而产生第一均衡信号S1。于步骤S702,透过第二均衡器120依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号S1而产生第二均衡信号S2。于步骤S703,透过时脉数据恢复电路130恢复第二均衡信号S2而产生输出信号 S_d 。于步骤S704,透过第二参数控制器142侦测输出信号 S_d 中的第一样式符号与第二样式符号,并判断第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。于此,第二参数控制器142将依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目决定如何调整第二均衡器参数。于步骤S705,透过第二参数控制器142依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目输出第二控制信号Ctrl2,以藉由第二控制信号Ctrl2调整第二均衡器参数。前述步骤S701~S705的原理与操作相似于图4实施例的步骤S401~S405的原理与操作。

[0069] 与图4实施例不同的是,于图7的实施例中,第一参数控制器141调整均衡器参数的方式相异于第二参数控制142调整均衡器参数的方式。于图7的实施例中,于步骤S704~步骤S705执行的同时,于步骤S706,透过第一参数控制器141量测第一均衡信号S1的眼形信息。于此,第一参数控制器141将依据眼形信息决定如何调整第一均衡器参数。于步骤S706,透过第一参数控制器依据眼形信息输出第一控制信号Ctrl1至第一均衡器110,以藉由第一控制信号Ctrl1调整第一均衡器参数。

[0070] 于本范例一实施例中,第一参数控制器141是透过量测第一均衡信号S1的眼形信息来调整第一均衡器参数。详细而言,请参照图8,图8为依据本发明一实施例所绘示的依眼形信息调整均衡器参数的流程图。于步骤S801,第一参数控制器141初始化第一均衡器参数。于步骤S802,第一参数控制器141量测第一均衡信号S1的眼形信息。于步骤S803,第一参数控制器141判断第一均衡信号S1的眼形信息是否符合眼形条件。若眼形信息不符合眼形条件(步骤S803判断为否),则进入步骤S804,第一参数控制器141调整第一均衡器参数。若眼形信息符合眼形条件(步骤S803判断为是),第一参数控制器141则不调整第一均衡器参

数。

[0071] 图9绘示量测眼形信息的范例。请参照图9,假设第一参数控制器141针对第一均衡信号S1的差分信号眼图91进行量测,第一参数控制器141可利用一扫描时脉CLK_S于多个取样时间点 $t_1 \sim t_7$ 取样差分信号眼图91中的差分信号,并将取样信号值与参考电压Vr1以及参考电压Vr2进行比较。藉由比对取样信号值与参考电压Vr1以及参考电压Vr2的大小,第一参数控制器141可获取第一均衡信号S1的信号眼高值EH与/或信号眼宽值EW。上述之第一均衡信号S1的信号眼高值EH与/或信号眼宽值EW可代表第一均衡信号S1的眼形信息。基此,于一实施例中,第一参数控制器141可判断信号眼高值EH是否大于等于眼高临界值与/或判断信号眼宽值EW是否大于等于眼宽临界值,从而判断第一均衡信号S1的眼形信息是否符合眼形条件。可知的,若第一均衡信号S1的信号眼高值EH过窄或信号眼宽值EW过窄,代表补偿后的第一均衡信号S1的信号品质依然不佳。因此,若第一均衡信号S1的眼形信息不符合眼形条件,则第一参数控制器141需要继续调整第一均衡器参数。

[0072] 然而,在参照图3、图4与图7之相关说明可知,第一均衡器110的第一均衡器参数系依据第一均衡信号S1进行调整,而第二均衡器120的第二均衡器参数系依据输出信号Sd进行调整。此外,第一参数控制器141与第二参数控制器142可以相同或相异的操作原理来分别调整第一均衡器参数与第二均衡器参数,例如两者皆以图5所示之流程进行均衡器参数的调整;或是,第二参数控制器142以图5所示之流程进行均衡器参数的调整,但第一参数控制器141以图8所示之流程进行均衡器参数的调整。

[0073] 图10是依据本发明一实施例所绘示的均衡器参数调整方法的流程图。图10所示实施例适用于图1实施例中的信号接收装置10,以下即搭配信号接收装置10中的各项元件说明本实施例的详细步骤。

[0074] 请参照图10,于步骤S1001,透过第一均衡器110接收输入信号Sin,并依据第一均衡器参数补偿输入信号Sin而产生第一均衡信号S1。于步骤S1002,透过第二均衡器120依据第二均衡器参数补偿第一均衡信号S1而产生第二均衡信号S2。于步骤S1003,透过时脉数据恢复电路130恢复第二均衡信号S2而产生输出信号Sd。

[0075] 于特别说明的是,于图10所示之示范性实施例中,第一均衡器110的第一均衡器参数与第二均衡器120的第二均衡器参数皆依据输出信号Sd而被调整。于步骤S1004,透过均衡控制器140侦测输出信号Sd中的第一样式符号与第二样式符号,并判断第一样式符号的数目与第二样式符号的数目。于此,均衡控制器140可同时根据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目来调整第一均衡器参数与第二均衡器参数。均衡控制器140例如可以图5所示之流程进行两个均衡器参数(即第一均衡器参数与第二均衡器参数)的调整。接着,于步骤S1005,透过均衡控制器140依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目输出第二控制信号Ctrl2,以藉由第二控制信号Ctrl2调整第二均衡器参数。于步骤S1006,透过均衡控制器140依据第一样式符号的数目与第二样式符号的数目输出第一控制信号Ctrl1,以藉由第一控制信号Ctrl1调整第二均衡器参数。

[0076] 综上所述,在本发明的实施例中,信号接收装置中的第一均衡器与第二均衡器可分别根据第一均衡器参数与第二均衡器参数对输入信的通道效应进行补偿。第一均衡器所使用的第一均衡器参数以及第二均衡器所使用的第二均衡器参数可分别且独立地被决定与调整,从而提升均衡器的调校精确度。并且,在本发明的实施例中,第一均衡器参数与第

二均衡器参数的调整并非依据传输规格而制定,因而可相容于不同传输规格,让使用上更弹性且不受限制。此外,均衡控制器可于单一阶段同时对第一均衡器与第二均衡器进行调校,使信号补偿快速地达到最佳化,以缩短将均衡器参数调整至最佳值的锁定时间。

[0077] 虽然本发明已以实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰,故本发明的保护范围当视后附的权利要求所界定者为准。

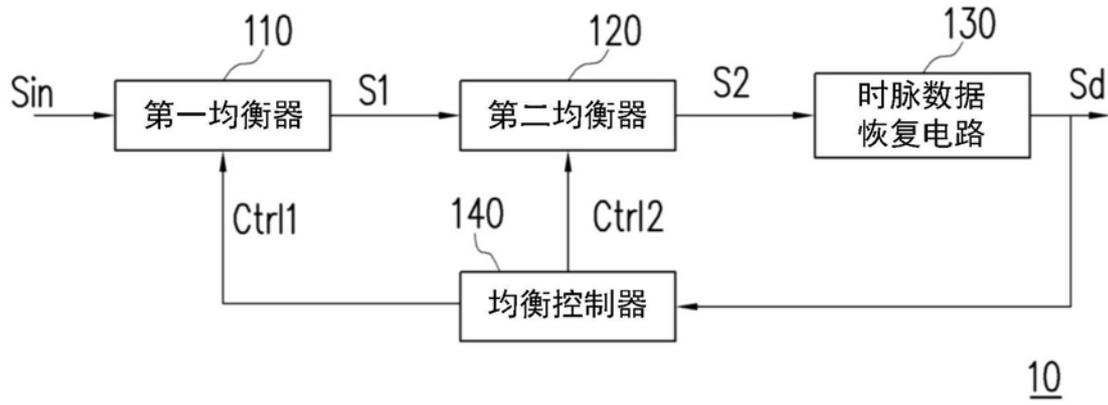


图1

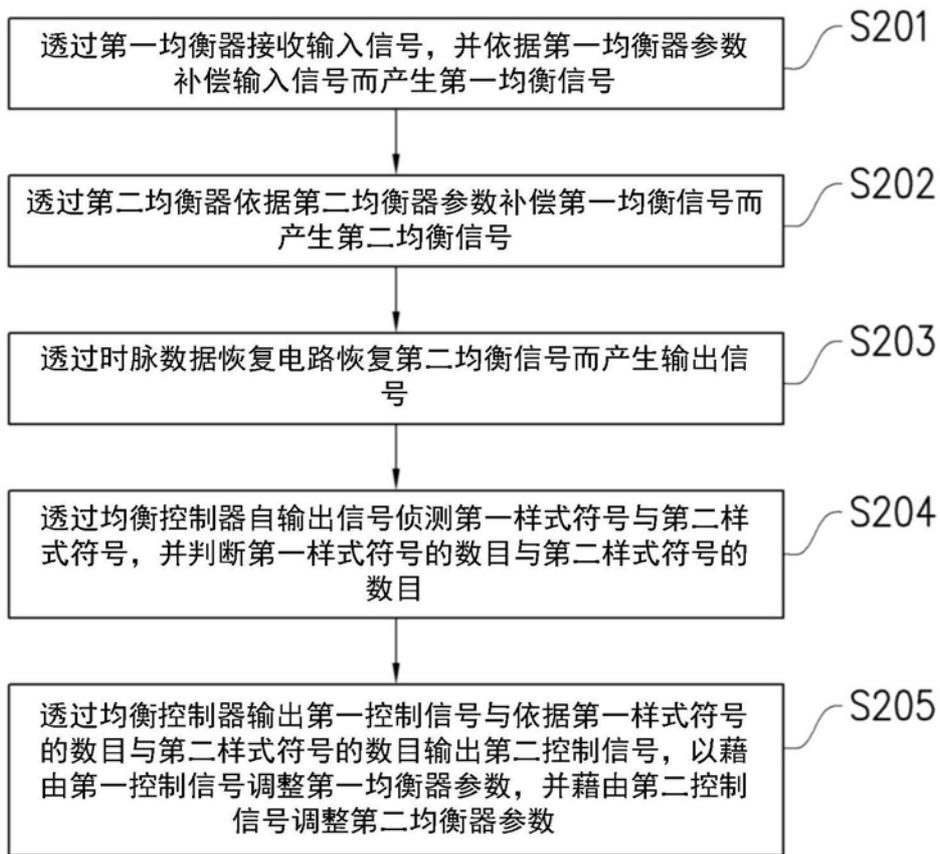
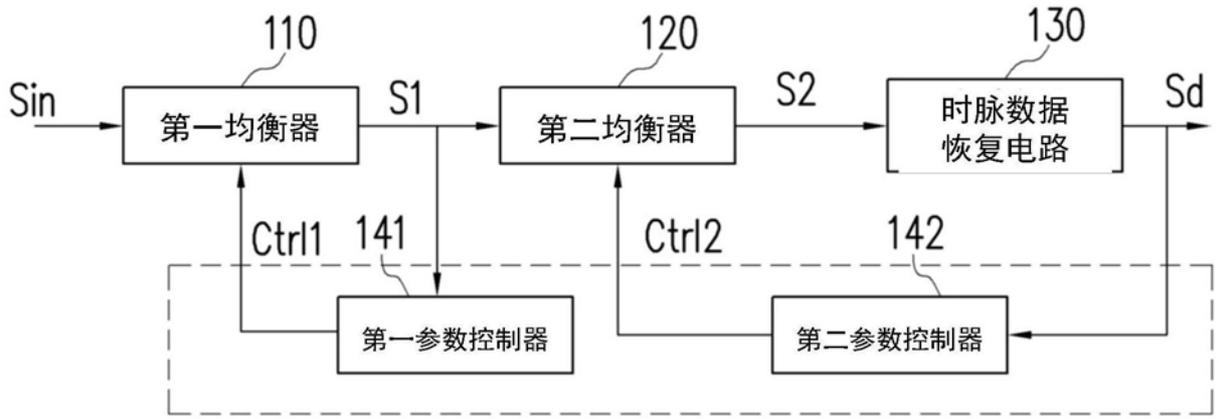


图2



20

图3

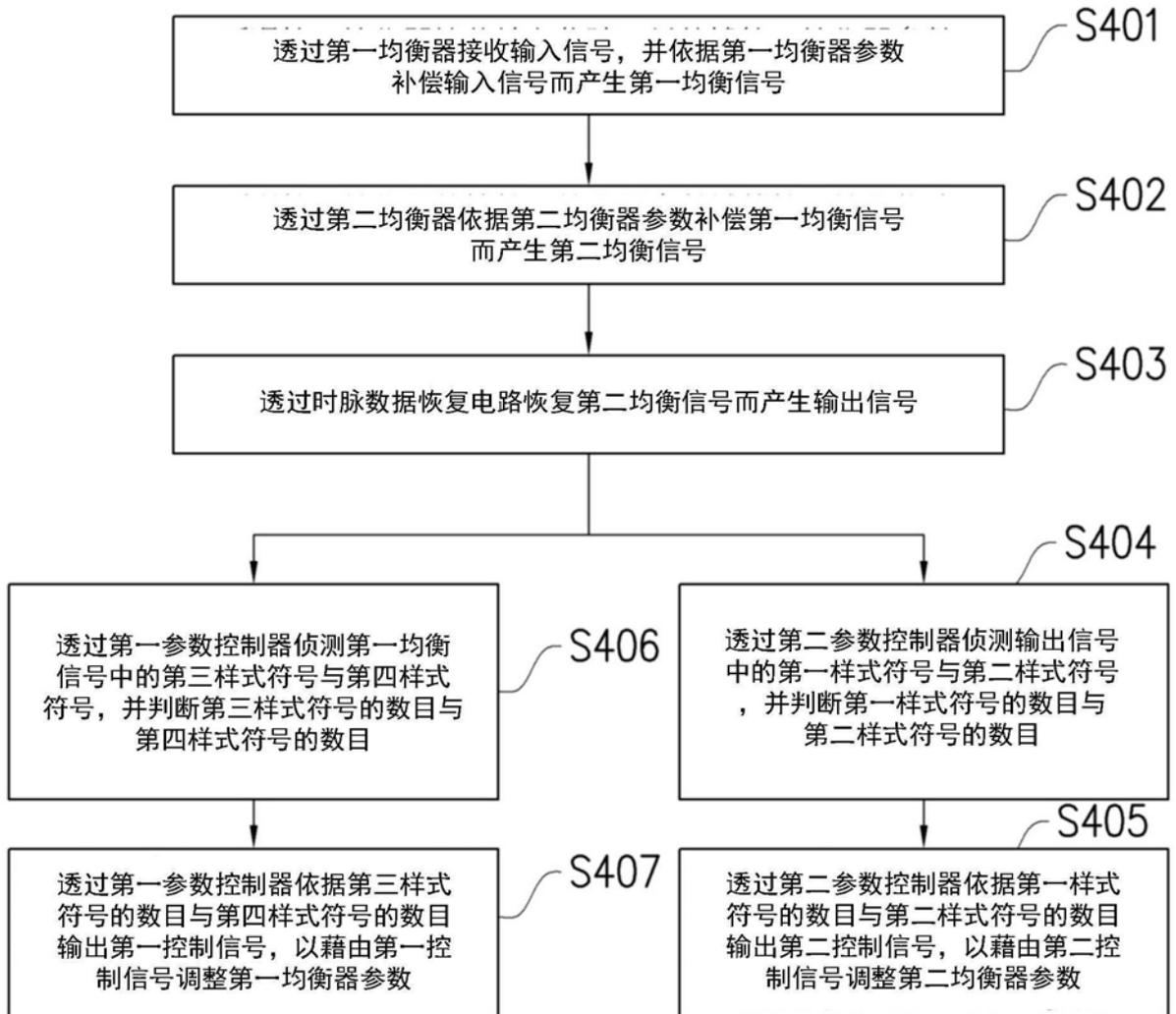


图4

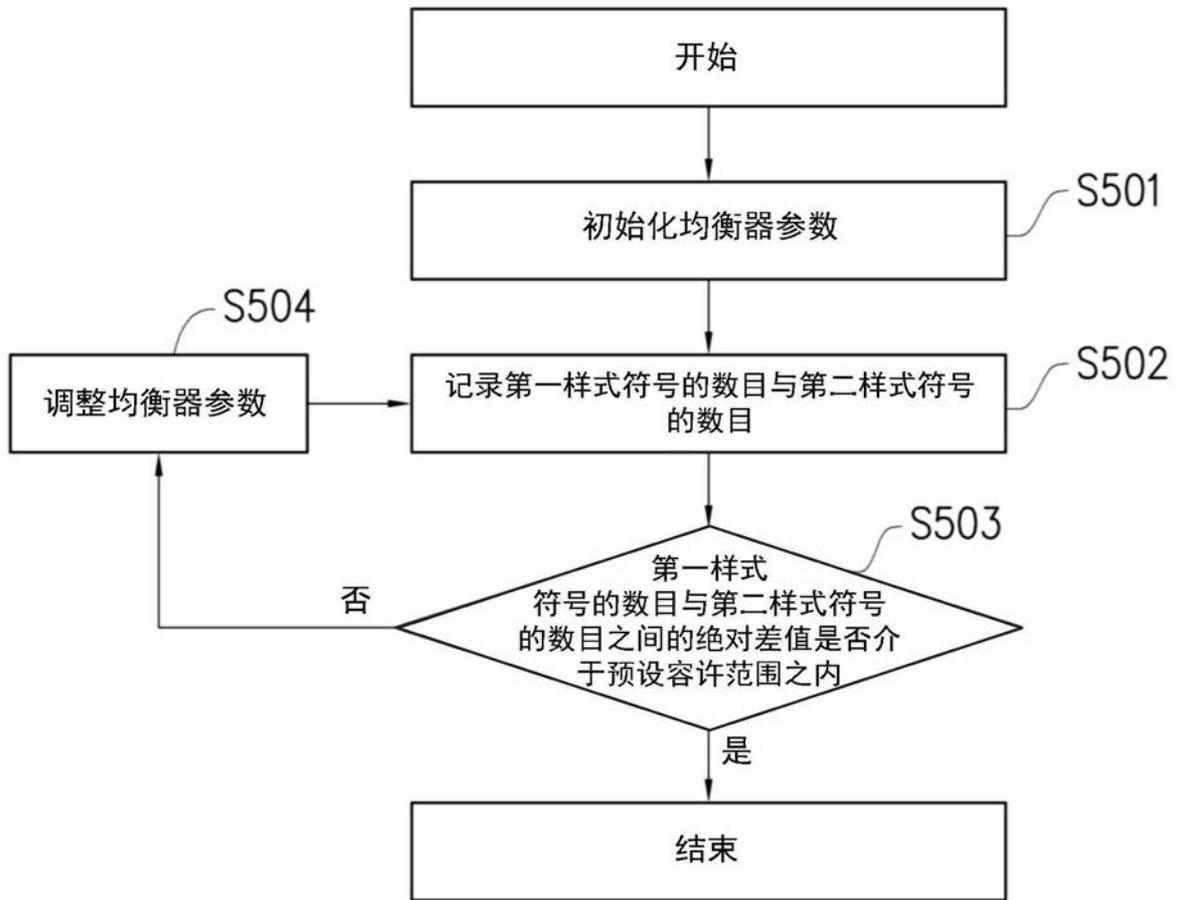


图5

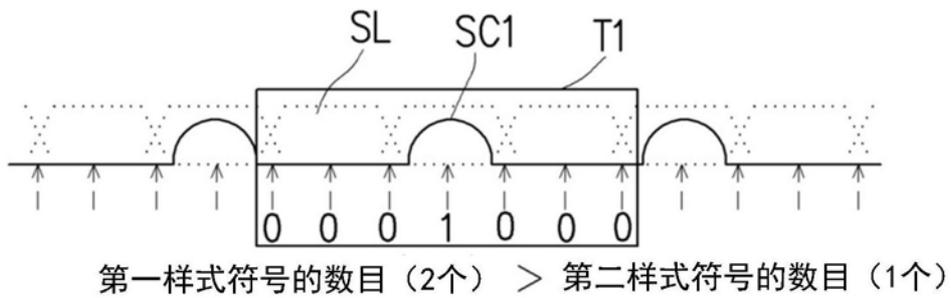


图6A

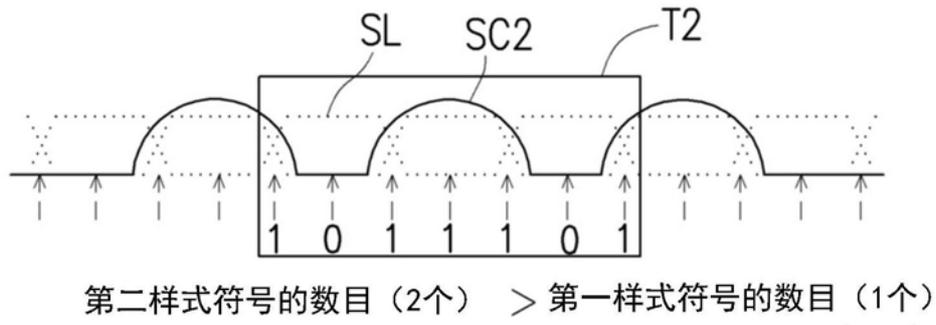


图6B

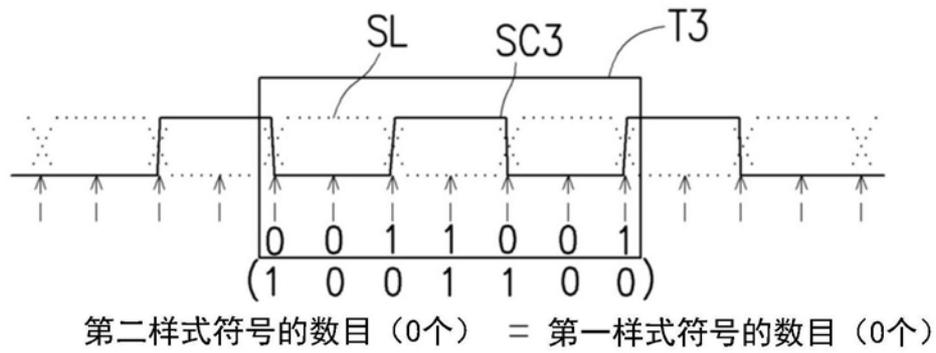


图6C

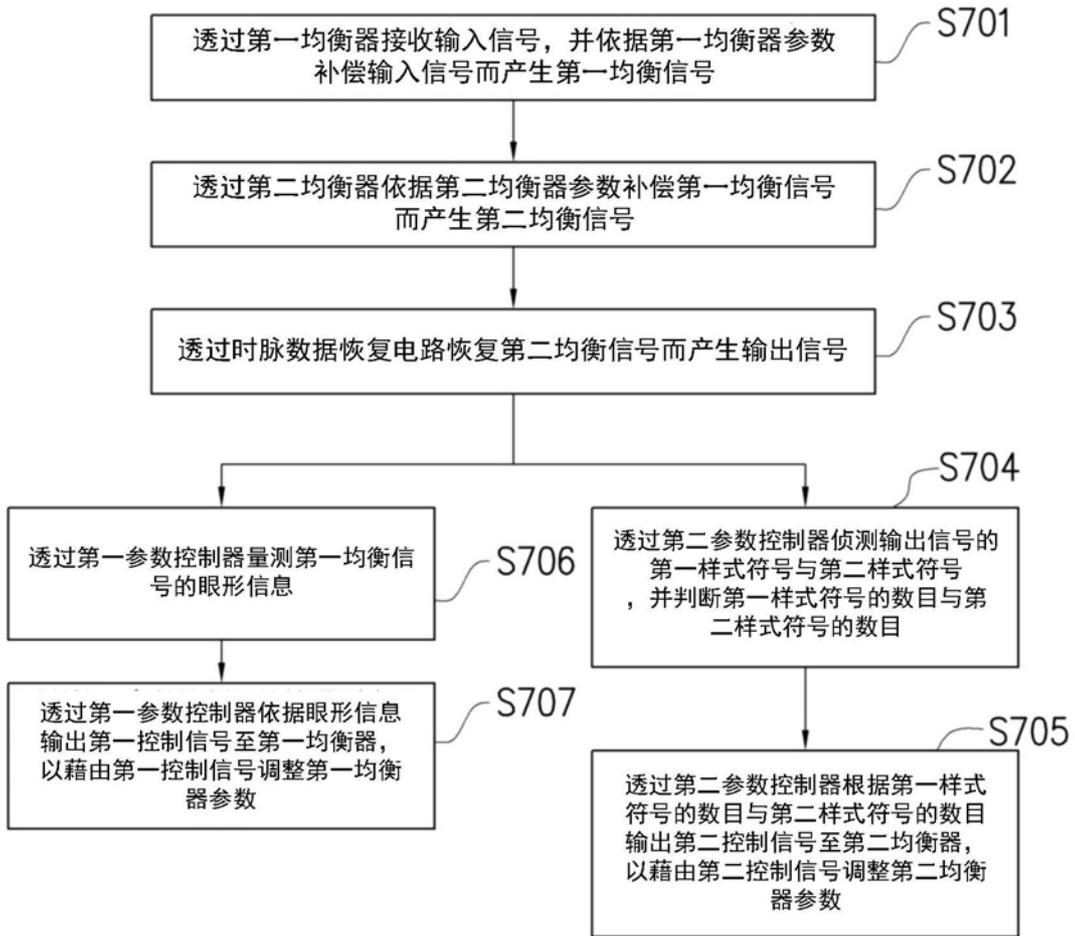


图7

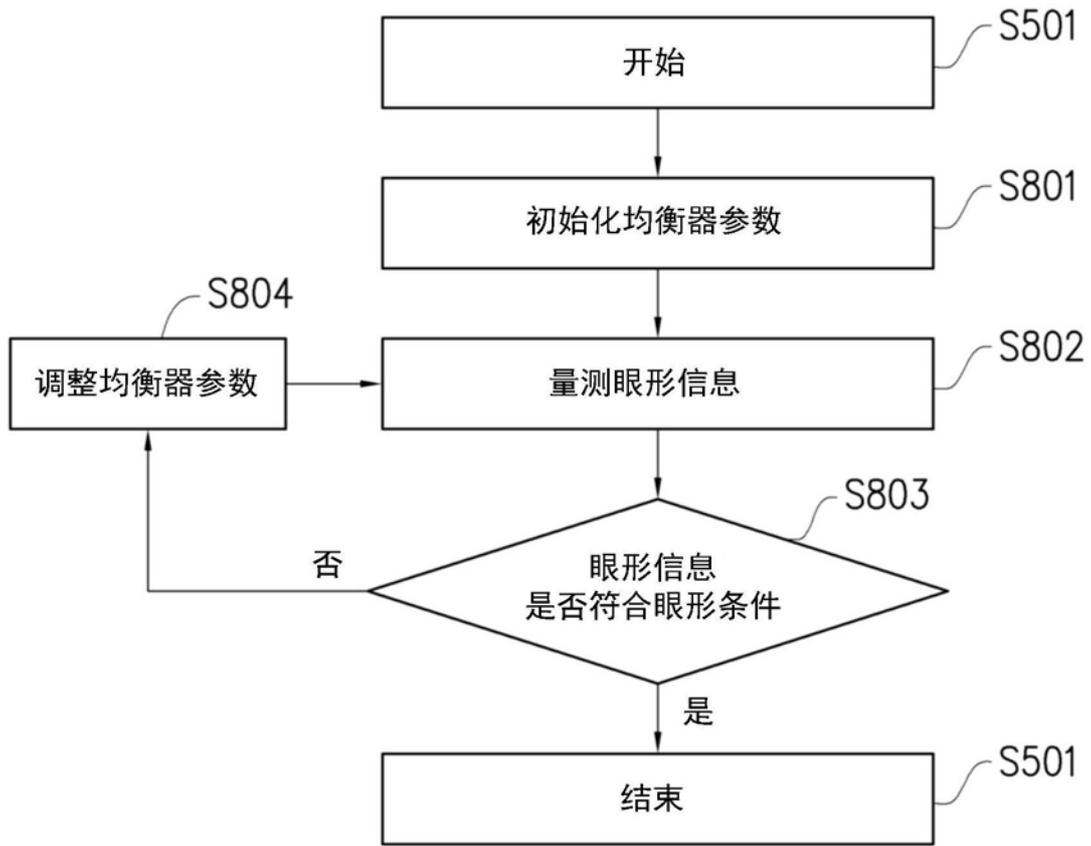


图8

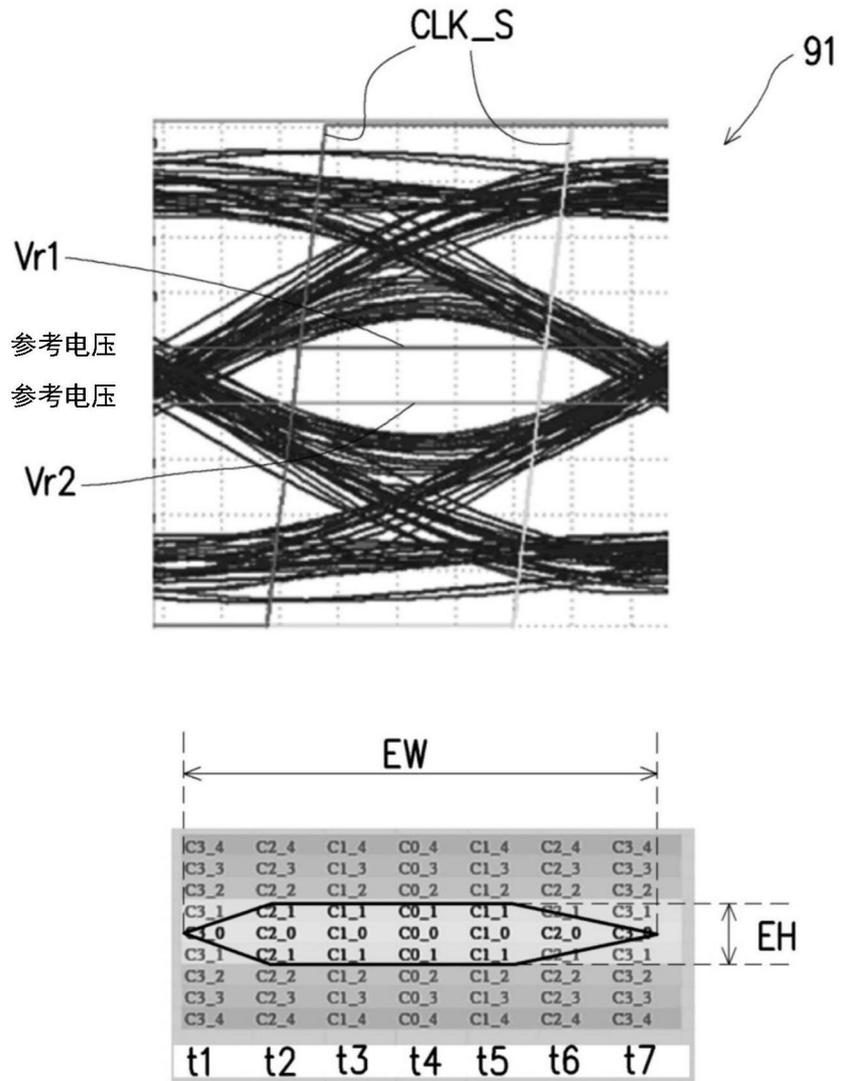


图9

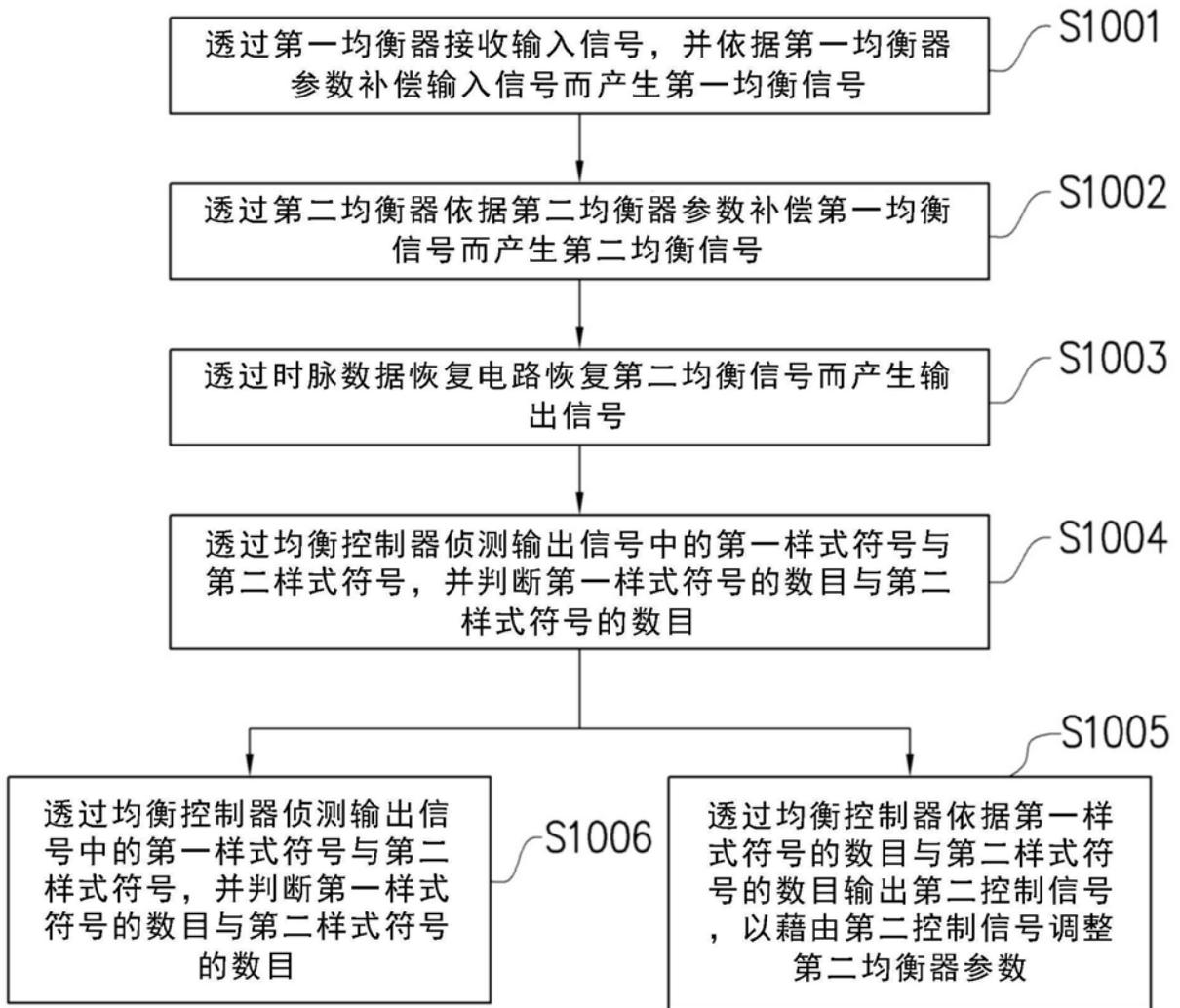


图10