

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 1/20 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 03822679.0

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100563141C

[22] 申请日 2003.7.3 [21] 申请号 03822679.0

[30] 优先权

[32] 2002.7.25 [33] US [31] 10/206,378

[86] 国际申请 PCT/US2003/021129 2003.7.3

[87] 国际公布 WO2004/012382 英 2004.2.5

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.23

[73] 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 卡斯珀·迪特里希

[56] 参考文献

US 5432480 A 1995.7.11

US 5481563 A 1996.1.2

US 6316966 B1 2001.11.13

审查员 董振兴

[74] 专利代理机构 北京嘉和天工知识产权代理事
务所

代理人 严 慎

权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 8 页

[54] 发明名称

基于转换误差的抖动估算

[57] 摘要

确定和指示输入信号的转换偏离理想转换区域的程度的技术。

1、一种提供数据可靠性指示的方法，包括：

针对第一信号建立转换相域，其中所述第一信号是时钟信号，通过所述时钟信号来采样第二信号；

确定所述第二信号的转换是否出现在所述转换相域之外；

提供第二信号的转换出现在所述转换相域之内的次数的指示；

提供第二信号的转换出现在所述转换相域之外的次数的指示；

基于所述两种指示确定第二信号的转换出现在所述转换相域之内和之外之间的次数的净差；以及

基于所述净差选择性地指示失锁条件。

2、如权利要求1所述的方法，其中所述转换相域位于所述第一信号转换点的X和-X相角之间。

3、如权利要求1所述的方法，其中所述转换相域是所述第一信号的相域中的期望出现第二信号转换的相域。

4、如权利要求1所述的方法，其中：

选择性地指示失锁条件的所述操作是响应于所述净差低于阈值，选择性地指示所述第二信号不能使用。

5、一种提供数据可靠性指示的装置，包括：

适于输出第一信号的时钟源；以及

转换检测器，所述转换检测器适于提供第二信号的转换出现在转换相域之内的次数的指示，并且提供所述第二信号的转换出现在所述转换相域之外的次数的指示，

其中所述转换相域是针对所述第一信号的相域，并且其中所述第一信号是时钟信号，通过所述时钟信号来采样所述第二信号，其中所述转换检测器适于基于所述转换相域之内和之外的次数的指示确定第二信号的转换出现在所述转换相域之内和之外之间的次数的净差；以及

转换清晰度指示器，所述转换清晰度指示器适于基于所述净差选择性地指示失锁条件。

6、如权利要求5所述的装置，其中设定所述转换相域来定义期望出现第二信号转换的区域。

7、如权利要求5所述的装置，其中所述时钟源包括：

时钟发生器，所述时钟发生器适于提供所述第一信号；

相位比较器，所述相位比较器适于接收第一和第二信号，并且指示所述第一和第二

信号何时相位不同, 以及提供指示相差的相差信号;

电荷泵, 所述电荷泵适于接收相差信号, 并且根据所述相差提供控制信号; 以及
滤波器, 所述滤波器适于整合所述控制信号, 并且根据所述整合向所述时钟发生器提供指令来改变所述第一信号的速度。

8、如权利要求 5 所述的装置, 其中所述转换检测器还包括:

相位比较器, 所述相位比较器适于接收所述第一和第二信号并且指示所述第二信号的转换是出现在所述转换相域之内还是之外; 以及

积分器, 所述积分器适于接收所述转换相域之内和之外的次数的指示, 并且基于所述转换相域之内和之外的次数的指示确定所述净差。

9、如权利要求 8 所述的装置, 其中所述相位比较器包括 Alexander 型相位检测器。

10、如权利要求 5 所述的装置, 其中所述转换相域位于所述第一信号转换点的 X 和 -X 相角之间。

11、如权利要求 8 所述的装置, 其中所述转换清晰度指示器包括:

运算放大器, 所述运算放大器适于比较参考信号和所述净差;

压控电流源, 所述压控电流源适于根据来自所述运算放大器的比较结果输出电流;

高-低设备, 所述高-低设备适于根据所述电流指示所述失锁条件; 以及

眼尺寸终端, 所述眼尺寸终端适于基于所述电流指示所述净差。

12、一种提供数据可靠性指示的系统, 包括:

放大器, 所述放大器适于接收第一信号并放大所述第一信号;

时钟源, 所述时钟源适于输出第二信号;

转换检测器, 所述转换检测器适于接受所述第一和第二信号, 以及提供所述第一信号的转换出现在转换相域之内的次数的指示, 并且提供所述第一信号的转换出现在所述转换相域之外的次数的指示, 其中所述转换相域是针对所述第二信号的, 并且其中所述第二信号是时钟信号, 通过所述时钟信号来采样所述第一信号, 其中所述转换检测器适于基于所述转换相域之内和之外的次数的指示确定第一信号的转换出现在所述转换相域之内和之外之间的次数的净差;

转换清晰度指示器, 所述转换清晰度指示器适于基于所述净差选择性地指示失锁条件; 以及

数据处理器, 所述数据处理器适于接收所述两个指示并确定何时忽略所述第一信号。

13、如权利要求 12 所述的系统, 还包括:

光-电转换器, 所述光-电转换器适于把光信号转换成电信号, 并且向所述放大器提供所述电信号作为第一信号。

14、如权利要求 12 所述的系统，其中所述数据处理器包括当第一信号的转换出现在所述转换相域之内的次数与出现在所述转换相域之外的次数的净差低于阈值时忽略所述第一信号的逻辑装置。

15、如权利要求 12 所述的系统，还包括数据总线，所述数据总线适于从所述数据处理器接收信号并且向所述数据处理器提供信号。

16、如权利要求 15 所述的系统，还包括耦合到所述数据总线的开关结构。

17、如权利要求 15 所述的系统，还包括耦合到所述数据总线的分组处理器。

18、如权利要求 12 所述的系统，其中所述转换相域位于所述第二信号转换点的 X 和 $-X$ 相角之间。

基于转换误差的抖动估算

技术领域

本发明通常涉及用于确定被传输信号的完整性的技术。

背景技术

抖动是用来描述在通信系统内由于信号偏离其参考定时位置而引起的失真的通用术语。在理想的系统内，位（bits）在这样的时间增量到达，即所述时间增量是位重复时间的整数倍。然而，在操作系统中，位（bits）典型地在偏离这些整数倍的时间到达。这个偏离可以在数据恢复中产生误差，特别是当高速传输数据时。抖动可以由许多现象引起，包括符号间干扰、发送器和接收器时钟之间的频率差、噪音、接收器和发送器的时钟生成电路的非理想性能。

因为一些原因，抖动在数字通信系统中是特别重要的问题。第一，抖动引起在非最佳时采样接收的信号。这个事件降低接收器上的信噪比，因此限制信息速率。第二，在实际系统内，每个接收器必须从进入的数据信号中提取其接收的采样时钟。抖动使这个任务明显更加困难。第三，在长途传输系统中，许多转发器驻留在链路内，抖动累积。

附图说明

图 1 描述可以使用本发明一些实施方案的接收器系统的实施例。

图 2 用框图描述作为转换监控器（monitor）设备的本发明实施方案。

图 3 描述依据本发明实施方案的时钟源的一个可能实施方式。

图 4 描述依据本发明实施方案的转换检测器的一个可能实施方式。

图 5A-5C 描述不同的转换密度的方案。

图 6 描述依据本发明实施方案的转换清晰度指示器的一个可能实施方式。

注意，在不同图中使用相同附图标记指示相同或相似部件。

具体实施方式

例如，图 1 描述可以使用本发明一些实施方案的接收器系统 20 的实施例。光-电转换器（“O / E”）22 可以把从光网络接收的光信号转换成电信号。尽管已经参考光信号，但另外或可选择地，接收器 20 可以从电信号网络接收电信号。放大器 24 可以放大电信号。重新定时器系统 25 可以生成电信号，并且依据本发明的实施方案，可以输出表示再生（regenerated）电信号完整性的信号。关于再生信号，数据处理器 26 可以执行例如符合以

太网的介质访问控制 (MAC) 管理, 所述的管理在以下的版本中描述, 例如 IEEE 802.3; 符合例如 ITU-T G.709 的光学传输网络 (OTN) 解帧 (de-framing) 和解包封 (de-wrapping); 按照 ITU-T G.975 的前向纠错 (FEC) 处理; 和/或其他层 2 (layer 2) 处理。接口 28 可以在数据处理器 26 和其他设备之间提供通信, 例如开关结构 (未描述) 或分组处理器 (未描述)。例如, 接口 28 可以符合供应商专用多源协定 (MSA) 协议。关于图 1 描述的实施例决不是限定可以使用本发明一些实施方案的系统。例如, 接收器 20 可以被调适来接收依据任何标准的无线或有线信号。

本发明的一个实施方案可以包括监控信号转换密度的技术。图 2 用框图描述作为转换监控器 (monitor) 设备的本发明实施方案。转换监控器设备 200 可以包括时钟源 210、转换检测器 220 和转换清晰度指示器 230。转换监控器设备 200 可以实施为下列中的任何一个或组合: 硬连线逻辑、由存储设备存储并且由微处理器执行的软件、固件、专用集成电路 (ASIC)、和/或现场可编程门阵列 (FPGA)。

时钟源 210 可以接收信号 INPUT。时钟源 210 可以输出时钟信号 CLOCK, 时钟信号 CLOCK 具有实质上与信号 INPUT 的转换匹配的转换。时钟源 210 还可以输出定时于信号 CLOCK 的信号 INPUT 的样本 (samples) (图示为 OUTPUT)。转换检测器 220 可以接收信号 INPUT 和 CLOCK。转换检测器 220 可以输出信号 TD, 信号 TD 可以指示在 (1) 期望出现转换的相域 (phase region) 和 (2) 不期望出现转换的相域内出现的转换数量之差。转换清晰度指示器 230 可以接收信号 TD。转换清晰度指示器 230 可以输出 (1) 指示信号 INPUT 的转换限制在理想相域内的程度的信号 (图示为信号 OPEN) 和 (2) 指示转换监控器设备 200 是否未锁定的信号 (图示为信号 OOL)。例如, 可以选择理想的相域来为信号 OUTPUT 提供低的位误码率。

图 3 描述时钟源 210 的一个可能实施方式。时钟源 210 可以包括时钟发生器 310、相位比较器 320、电荷泵 330 和环路滤波器 340。时钟源 210 可以接收信号 INPUT。时钟源 210 可以输出时钟信号 CLOCK, 时钟信号 CLOCK 实质上是用信号 INPUT 校准的频率和相位。时钟源 210 还可以输出定时于信号 CLOCK 的信号 INPUT 的样本 (图示为 OUTPUT)。时钟发生器 310 可以输出频率实质上类似于信号 INPUT 频率的信号 CLOCK。例如, 通过增加或降低信号 CLOCK 相对信号 CNTRL 转换部分的幅度或频率的速度, 时钟发生器 310 可以响应来自环路滤波器 340 (在下文中描述) 的信号 CNTRL。时钟发生器 310 可以实施为压控振荡器 (VCO) 或压控晶体振荡器 (VCXO)。

相位比较器 320 可以比较信号 INPUT 的转换和信号 CLOCK 的转换, 并且指示信号 INPUT 的转换是否领先或落后信号 CLOCK 的转换。相位比较器 320 可以向电荷泵 330 输出领先/落后指示符。相位比较器 320 可以输出依据信号 CLOCK 定时的信号 INPUT 的样本 (这样的输出样本图示为信号 OUTPUT)。相位比较器 320 可以实施为 Alexander (“起停”) 型滤波器。在《电子通讯 (Electronic Letters)》1975 年 10 月第 11 卷第 541-542 页, 由 J.D.H. Alexander 撰写、名称为“从随机二进制信号中进行时钟恢复 (Clock Recovery From

Random Binary Signals) ”的文章中描述了 Alexander 相位检测器的一个可能实施方式。

电荷泵 330 可以从相位比较器 320 接收领先/落后指示符。电荷泵 330 可以输出信号 CNTRL, 信号 CNTRL 命令时钟发生器 310 增加或降低信号 CLOCK 的速度。例如, 如果电荷泵 330 接收到领先指示符, 则信号 CNTRL 可以给时钟发生器 310 相应增加电荷来增加信号 CLOCK 的速度。相反, 如果电荷泵 330 接收到落后指示符, 则信号 CNTRL 可以从时钟发生器 310 相应去除电荷来降低信号 CLOCK 的速度。

电荷泵 330 可以向环路滤波器 340 输出信号 CNTRL。当信号 CNTRL 的频率位于环路滤波器 340 的通频带内时, 环路滤波器 340 可以把信号 CNTRL 传递给时钟发生器 310。时钟发生器 310 可以接收信号 CNTRL 的被传递部分。尽管提供电荷泵和环路滤波器组合作为示例性实施方式, 但可以使用其他设备向时钟发生器 310 有选择地传递信号 CNTRL。

图 4 描述转换检测器 220 的一个可能实施方式。转换检测器 220 的一个实施方式可以包括相位比较器 410 和积分器 420。转换检测器 220 可以接收信号 INPUT 和 CLOCK。转换检测器 220 可以输出信号 TD, 信号 TD 可以指示在 (1) 期望出现转换的相域和 (2) 不期望出现转换的相域出现的转换数量之差。

相位比较器 410 可以指示信号 INPUT 的转换出现在期望相域之外的程度。在信号 CLOCK 的 X 和 -X 相位度 (phase degree) 上, 相位比较器 410 可以比较信号 INPUT 的转换 (上升或下降) 和信号 CLOCK 的转换 (上升或下降)。相位比较器 410 可以指示信号 INPUT 的转换是否出现在 (a) 期望出现转换的相域之内 (图示为“IN”) 或 (b) 期望出现转换的相域之外 (图示为“OUT”)。可以选择值 X 以便信号 INPUT 的大部分转换出现在信号 CLOCK 的 X 至 -X 度之间。相位比较器 410 可以向积分器 420 输出 IN/OUT 指示符。在一个实施方式中, 相位比较器 410 可以实施为 Alexander (“起停 (bang-bang)”) 型滤波器。

在一个实施方式中, 值 X 可以是九十 (90) 度。信号 INPUT 的转换在信号 CLOCK 的九十 (90) 至负九十 (-90) 度之间的相域之外频繁出现, 可以表示信号 INPUT 可能太抖动而不能精确复制。值 X 可以根据设计者的具体设计允许范围 (design tolerance) 而变化。例如, 一些设计者可以增加 X 值来增加可以出现转换的容许相位范围, 而其他设计者可以降低 X 值。

图 5A-5C 描述信号 CLOCK、INPUT 以及相关眼图 (eye diagram) 和转换密度的实施例。这些眼图可以表示出现信号 INPUT 转换的相位。图 5A 描述所谓的“睁眼 (open eye)”情形, 其中信号 INPUT 转换主要出现在理想相域内 (图示为区域 T)。在该情形中, 位于信号 CLOCK 的 X 和 -X 度上的 CLOCK 和 INPUT 转换之间的相位比较, 可能很少表示信号 INPUT 的转换出现在区域 T 之外。

图 5B 描述所谓的“闭眼 (close eye)”情形, 其中信号 INPUT 转换可以实质上出现在区域 T 之外 (图示为区域 S)。因此, 信号 INPUT 的眼图显示出不能出现转换的小区域。图 5B 的转换密度图表示信号 INPUT 的转换出现在信号 CLOCK 的一个宽的相位范围上。在本情形中, 相位比较可以表示信号 INPUT 的转换频繁出现在区域 T 之外。

图 5C 描述所谓的“失锁 (out of lock)”情形, 其中信号 INPUT 转换任意分布。因此, 信号 INPUT 的眼图显示没有不能出现转换的区域。在本情形中, 信号 INPUT 的频率与信号 OUTPUT 的频率不匹配。

在一些设计中, 对于信号 INPUT 转换来说出现在限制区域 (例如相对于图 5A-5C 所描述的区域 T) 内可能是有用的。限制转换可能是重要的, 因为如果在信号 INPUT 转换可以出现的期间内对信号 INPUT 进行采样, 信号 INPUT 的样本 (例如如图 2 的信号 OUTPUT) 可能是不准确的。如果相当大量的信号 INPUT 转换出现在理想转换相域之外, 可以认为信号 INPUT 具有太多的抖动而不能对信号 INPUT 精确采样。

参考图 4, 积分器 420 可以从相位比较器 410 接收“IN”和“OUT”指示符。例如, 关于图 5A-5C, 信号“IN”可以指示出现在区域 T 之内的信号 INPUT 转换, 而信号“OUT”可以指示出现在区域 T 之外 (即区域 S) 的信号 INPUT 转换。在一个实施方式中, IN 指示符可以对应于正输出电压, 而 OUT 指示符可以对应于负输出电压。积分器 420 可以对来自相位比较器 410 的电压求和, 并且输出所述和作为信号 TD。图 5A 中所示的转换密度图与图 5C 中所示的转换密度图相比, 图 5A 中信号 TD 的幅度可以更大。

图 6 描述依据本发明实施方案的转换清晰度指示器 230 的一个可能实施方式。转换清晰度指示器 230 的一个实施方式可以包括运算放大器 (“op amp”) 610、压控电流源 630、高-低 (high-low) 设备 640、以及眼尺寸 (eye size) 终端 650。针对图 6 描述的实施方式只是实施例。转换清晰度指示器 230 可以接收信号 TD。转换清晰度指示器 230 可以输出 (1) 指示信号 INPUT 的转换限制在理想相域内的程度的信号 (图示为信号 OPEN) 和 (2) 指示转换监控器设备 200 是否位于锁定之外的信号 (图示为信号 OOL)。

运算放大器 610 的负输入端可以从积分器 420 接收信号 TD。运算放大器 610 的正输入端可以耦合到参考电压 V_{ref} 。运算放大器 610 的输出端可以提供负反馈回路以控制来自电流源 630 的电流。运算放大器 610 的输出端还可以耦合到高-低设备 640 和眼尺寸终端 650。

运算放大器 610 可以检测施加到积分器 420 的电荷 (图 4), 并且改变电流源 630 的电流来匹配供给积分器 420 的电荷, 以便信号 TD 的电压大约与参考电压 V_{ref} 相同。

例如, 当信号 TD 增加超过参考电压值 V_{ref} 时, 运算放大器 610 增加由电流源 630 输出的电流幅度。当信号 TD 降低到低于参考电压值 V_{ref} 时, 运算放大器 610 降低由电流

源 630 输出的电流幅度。信号 TD 和阈电压值之间的大差值可以对应于有限的信号 INPUT 转换（例如，针对图 5A 所述）。信号 TD 和阈电压值之间的小差值可以对应于信号 INPUT 转换的随机分布（例如，针对图 5C 所述）。

高-低设备 640 可以从运算放大器 610 接收输出。根据来自运算放大器 610 的输出是否低于例如编程的阈值，高-低设备 640 在高和低之间切换它的输出（图示为信号 OOL）。如果来自运算放大器 610 的输出低于例如编程的阈值，则信号 INPUT 的转换可以足够随机（例如，针对图 5C 所述），这样与失锁情形相关联。因此，来自高-低设备 640 的输出可以指示信号 INPUT 和 OUTPUT 何时是清晰和可用的或相反情况。高-低设备 640 可以实施为施密特（Schmidt）触发器。

眼尺寸终端 650 可以从运算放大器 610 接收输出。来自眼尺寸终端 650 的输出（图示为信号 OPEN）可以与来自电流源 630 的电流幅度线性相关。因此，眼尺寸终端 650 可以指示信号 INPUT 转换出现在理想转换区域之外的程度。例如，由眼尺寸终端 650 输出的电压对于有限转换分布来说比对于随机转换分布来说更高。

转换监控器设备 200 的外部设备使用信号 OPEN 和 OOL 可以确定忽略信号 INPUT 和/或 OUTPUT。例如，关于图 1，当转换监控器设备 200 与重新定时器系统 25 组合在一起时，转换监控器设备 200 可以向数据处理器 26 提供信号 OPEN 和 OOL。数据处理器 26 可以使用信号 OOL 和/或 OPEN 来确定是否忽略信号 OUTPUT。数据处理器 26 可以决定忽略信号 OUTPUT，因为信号 INPUT 转换点的高度不确定性使采样的可靠性太低。一个优点可以是，这个作用增加了早期信号丢失警报的可信度。

附图和前述说明给出了本发明的典型实施例。然而，本发明的范围决不是由这些具体实施例进行限定。无论说明书中是否明确给出，许多变化是可能的，例如在结构、尺寸和材料使用方面的差异。本发明的范围至少是与下列权利要求书给出的范围一样宽。

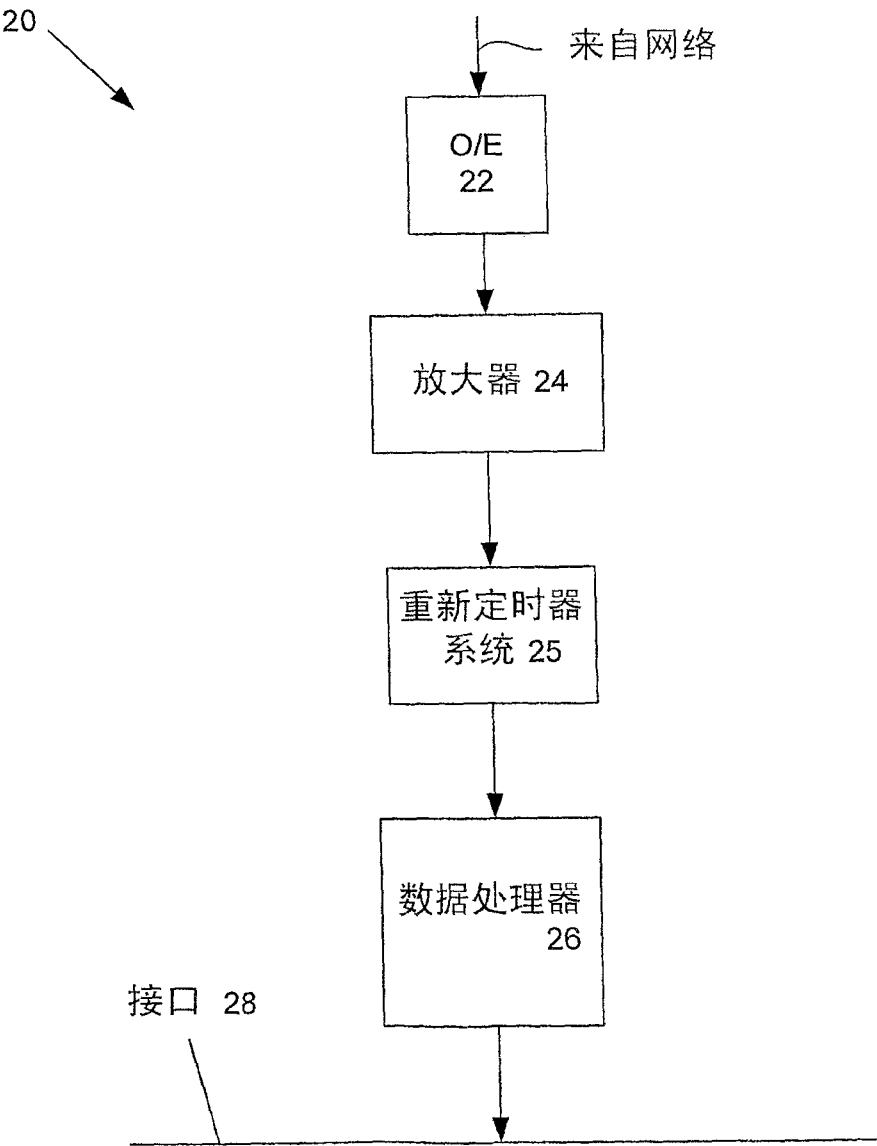


图 1

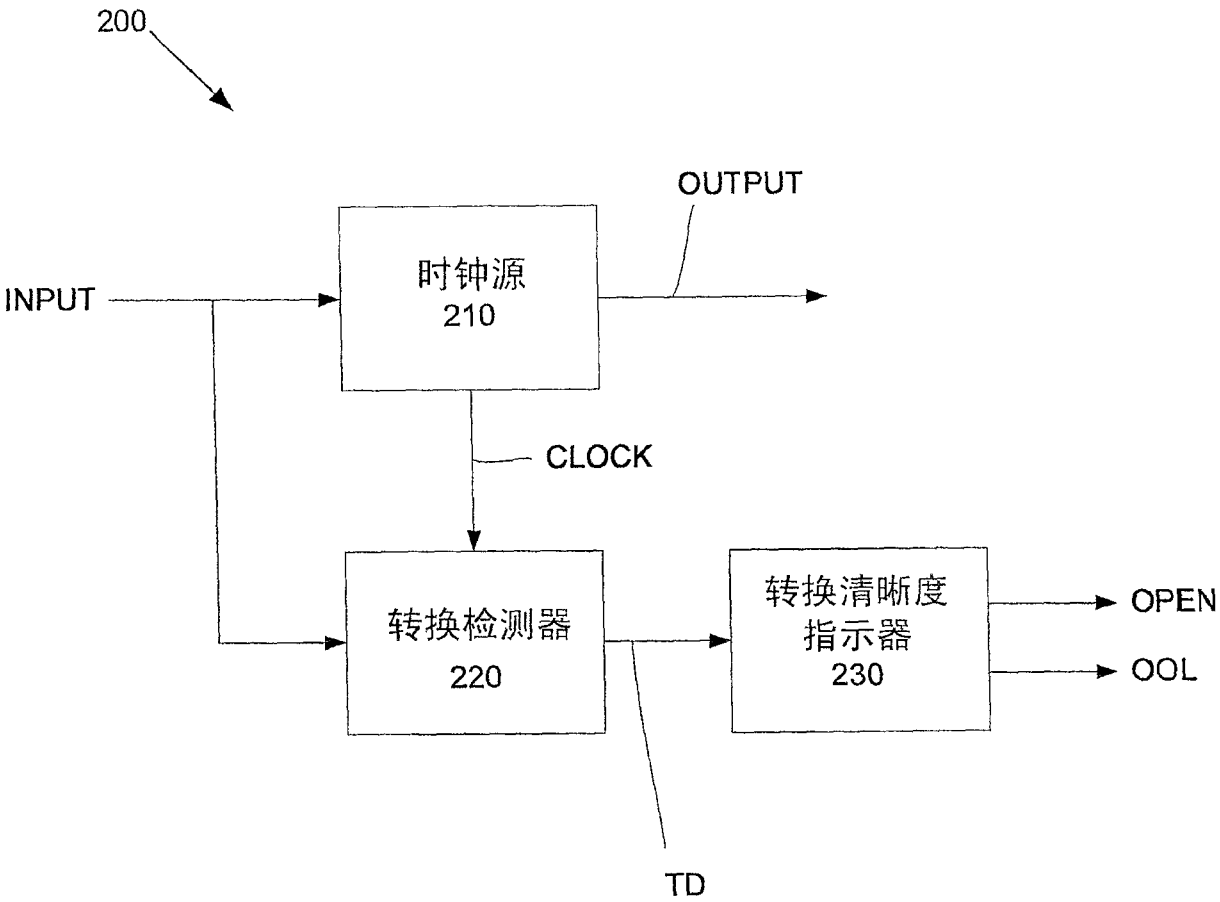


图 2

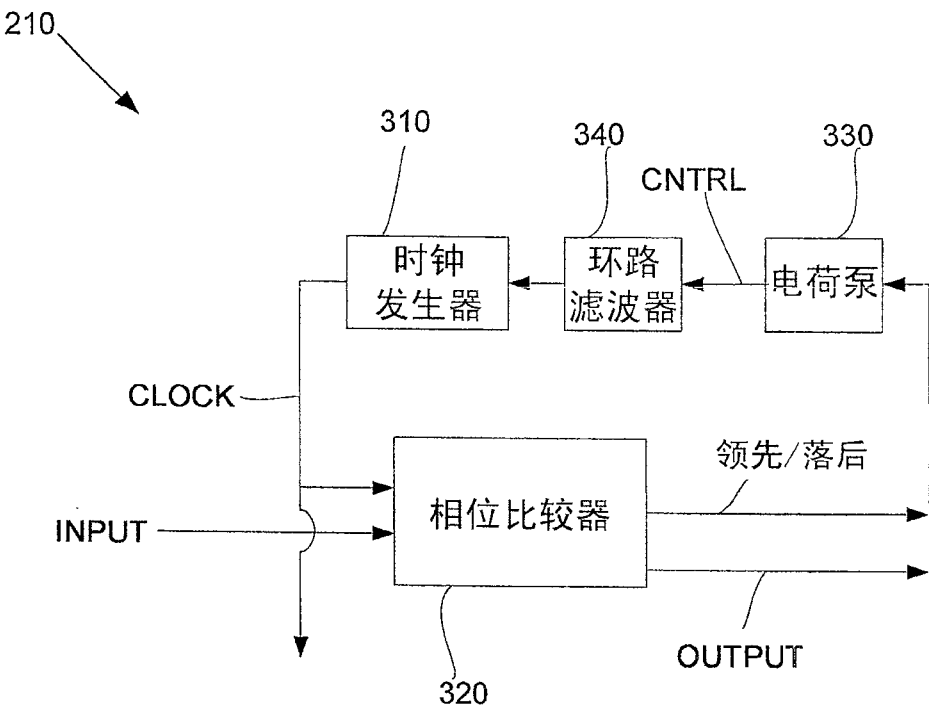


图 3

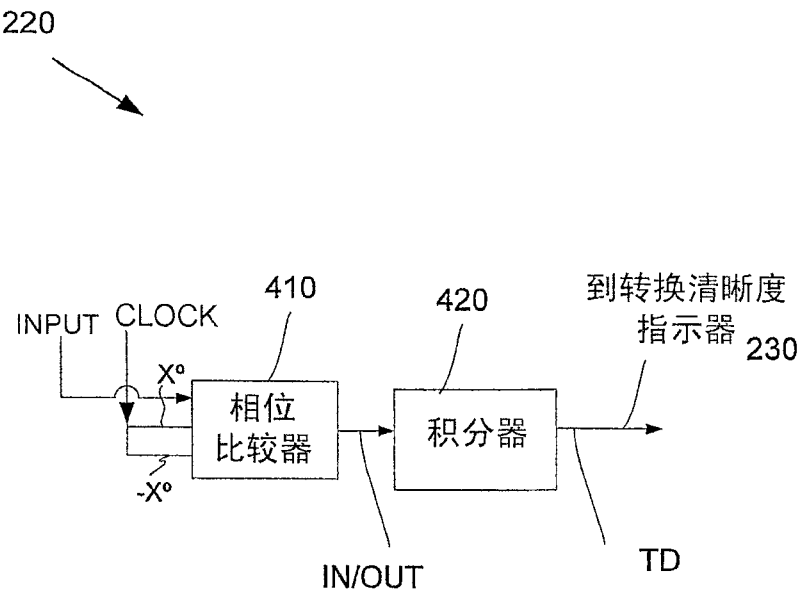


图 4

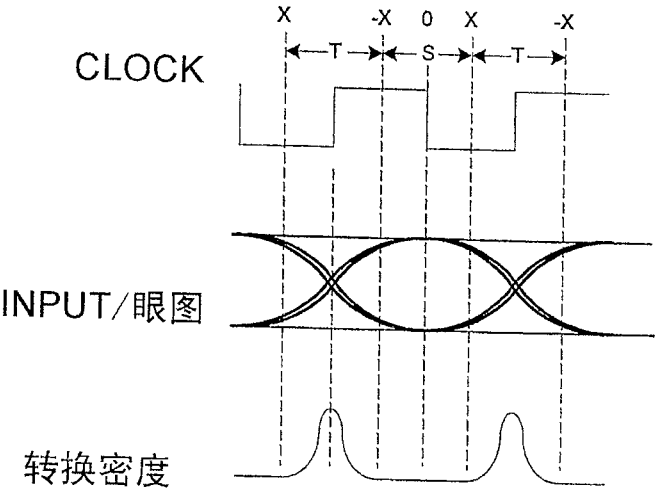


图 5A

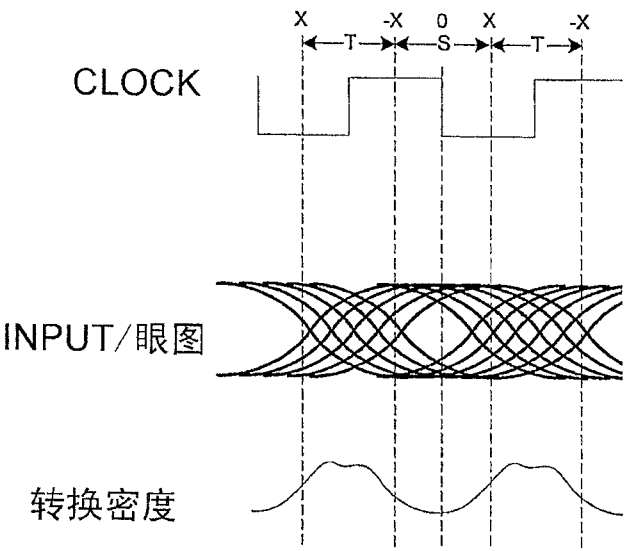


图 5B

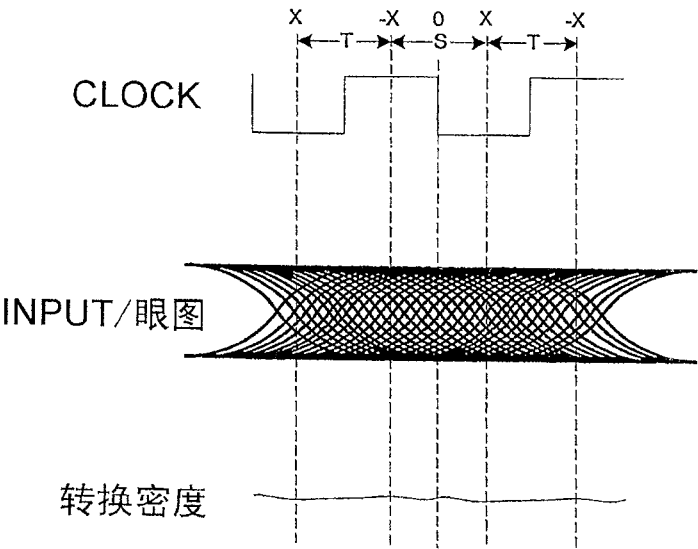


图 5C

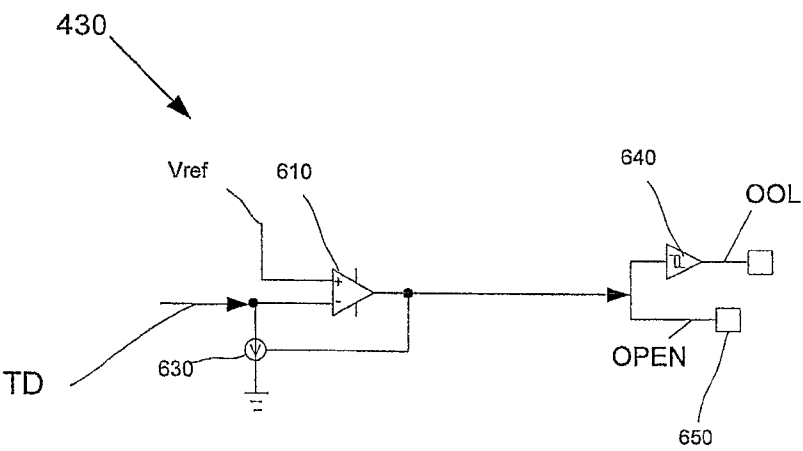


图 6