

通过光纤传输 USB 信号的电路设计及应用

黄丽, 刘雪梅

(武汉关东科技园波仕电子公司, 武汉 430074)

摘要: 介绍一种通过光纤传输 USB(通用串行总线)信号的电路。电路将 USB(通用串行总线)信号 D+、D- 的三种状态转换为发射激光的三种强度全亮、半亮、暗, 并且通过光纤传输到对方激光接收器再经相应电路恢复 D+、D- 的三种状态。激光接收器电路的输出信号之一触发单稳延时电路来控制 D+、D- 与激光发射电路、激光接收电路的通与断。

关键词: 光纤传输 USB 信号 光纤通信

由于目前计算机的 USB 信号使用电缆传输, 所以通信距离难以延长, 一般不超过 30 米。本文的方案克服了现有电缆传输 USB 信号距离短的缺点, 提供一种通过光纤传输 USB 信号的电路, 从而使 USB 的通信距离增加到几十千米。

1 实现原理

本方案是一种通过光纤传输 USB 信号的电路, 成对使用。光强度的三个等级(全亮、半亮、暗)分别代表 USB 数据线的三种状态。当光的强度为最低时(暗)代表 USB 数据线的闲置状态。先发送 USB 信号的一方由于其 USB 的数据状态先改变, 其状态的改变通过光纤传输到对方电路的接收电路, 产生一个下降沿(或者上升沿)触发一个单稳电路。此单稳电路的输出控制 USB 信号的“收/发”允许, 其延时间为 USB 传输一帧数据的时间。

2 具体实现方法

2.1 将 USB 信号(D+、D-)转换为光纤传输信号

图 1 为将 USB 信号(D+、D-)转换为光纤传输信号——激光的框图。USB 信号检测电路(1)将 D+ 和 D- 变换为“或”门输出 DOR1 和差分比较器输出 RCV1。一双可控三态缓冲器(2)通过控制端 EN 来控制逻辑“通”与“断”。当 EN=0 时, DOR=DOR1、RCV=RCV1。而当 EN=1 时,

DOR 和 RCV 为高阻状态。激光发射驱动电路(3)将 DOR 和 RCV 转换为三种激光强度(亮、半亮、暗)。激光接收电路(4)将接收到的三种激光强度(亮、半亮、暗)恢复为 D+ 和 D- 的三种状态。激光接收电路(4)的输出之一 H 的状态变化触发单稳沿时电路(5)。单稳延时电路(5)的输出 EN 平时(即 USB 信号处于闲置状态时)为 0, 当其输入 H 有下降延(即由 1 变为 0)时输出 EN 由 0 变为 1 并且保持为 1 大约 1000 μ s, 然后恢复为 0。另一双可控三态缓冲器(2)通过控制端 EN 来控制逻辑通与断, 当 EN=1 时, VP=H、VM=L; 而当 EN=0 时输出 VP、VM 为高阻状态。

2.2 将 USB 信号转换为便于光纤传输的电路图

图 2 为将 USB 信号转换为便于光纤传输的电路图。假设 USB 为全速状态(12Mbps), 此时 D+ 通过大约 1.5k Ω 的电阻接 +5V 电源。平时 USB 信号处于闲置(Idle)状态, 此时 D+ 为 1(高电平, 大约 3~5V), D- 为逻辑 0(低电平, 大约 0~1.4V)。IC1 为“或”门。IC2、IC4、IC5 和 IC6 为可控三态缓冲器。其中, IC2 和 IC4 是当其控制信号 EN 为 0 时导通的, 而 IC5 和 IC6 是当其控制信号 EN 为 1 时导通的。由于 IC2 和 IC4 在不导通时(即 EN 为 1 时)输出为高阻状态, 所以在 IC2 的输出端加了上拉电阻 R1、在 IC4 的输出端加了上拉电阻 R2。IC3、IC10 和 IC11 是比较器。IC7 是单稳触发电路, 由输入端(信号 VP)下降沿触发, 输出 EN 平时为 0。当 IC7 的输入端出现一个下降沿时, 其输出端将出现一个持续时间大约 1000 μ s 的 1 状态, 然后恢复为 0。IC7 的输出信号 EN 通过控制 IC2、IC4、IC5 和 IC6 来控制 D+、D- 的“收/发”状态。由于 EN 平时为 0, 所以平时允许接收 D+ 和 D- (IC2、IC4 导通), 而禁止发送信号到 D+ 和 D- 上(IC5 和 IC6 输出为高阻态)。

3 信号的处理方式

平时闲置状态(Idle)时, D+ 为逻辑 1、D- 为逻辑 0,

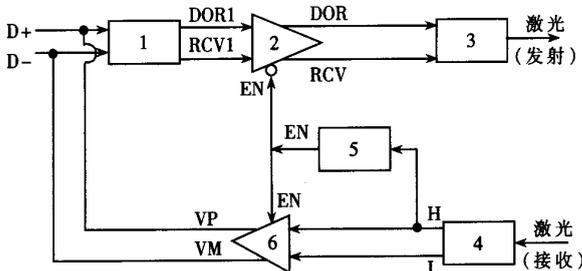


图 1 将 USB 信号(D+、D-)转换为激光的框图

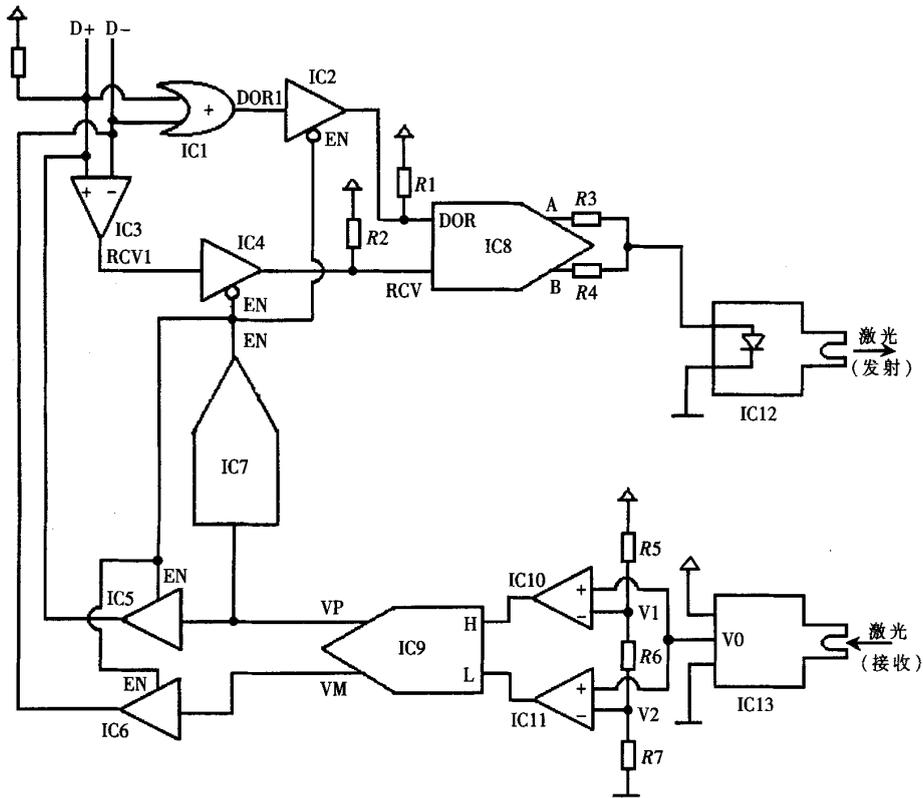


图2 将USB信号转换为便于光纤传输的电路图

所以IC1、IC2的输出为1, IC3、IC4的输出为1, 输出激光强度为暗。当激光强度为暗时, 对方电路的激光接收器经过对方电路的IC9后输出为VP=1、VM=0。一旦USB开始传输数据, 则D+和D-的信号逻辑状态发生变化。全速USB的信号状态变化为: D+由1变成0, D-由0变成1。上位机的USB信号状态先出现变化, 此时IC1和IC2的输出仍然为1, IC3和IC4的输出变成0。激光发射二极管将由暗变成为全亮。全亮的激光通过光纤传到对方电路的激光接收管。对方电路的VP由1变为0, VM由0变为1。对方电路的VP由1变为0就是说这个VP产生了一个下降沿, 从而触发了对方电路的IC7, 使IC7的输出EN由0变为1并保持1大约1000 μ s(然后又恢复为0)。对方电路的VM由0变为1从而使对方电路的USB信号由禁止发送(EN=0)变为禁止接收(EN=1)。此时对方电路的VP和VM可以通过对方电路的IC5和IC6传给对方电路的D+和D-, 从而使上位机的USB信号在1000 μ s内通过光纤传到对方电路(即下位机)的D+和D-线上。在这1000 μ s内可以通过光纤传输三种D+和D-状态: ① D+为1且D-为0(代表闲置状态以及数据1); ② D+为0且D-为1(代表数据0); ③ D+为0且D-为0(代表数据传输结束标志)。这三种状态可以表达USB信号的所有状态(D+为1且D-为1的状态是

禁止的)。在大约1000 μ s的时间内, 恰好上位机向下位机传输一帧USB数据完毕, 并且等待下位机回传应答信号。1000 μ s结束后, 下位机的IC7的输出EN恢复为0, 此时下位机的USB数据状态先变化。下位机的USB数据传输到上位机的过程与前面描述的上位机的USB数据传输到下位机的过程原理完全一样。

4 实验与应用

系统设计完成后, 根据电路中的时序要求, 经仿真调试并且在远端可以复现USB信号。本电路可以用于各种USB外设, 而且不改变原来的驱动程序。某些USB外设目前尚无有效的延长方案, 例如USB鼠标, 那么采用本电路后可以得以成功实现。

目前的图像远程光纤传输方案通常需要专门的硬件接口及专用图像处理软件, 而采用本方案的电路后, 只需将普通USB摄像头延长即可实现。

参考文献

- 1 中国实用新型专利: ZL02284434

(收稿日期: 2006-01-01)