

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 9 月 14 日 (14.09.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/152811 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 10/116 (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/075622
- (22) 国际申请日: 2017 年 3 月 3 日 (03.03.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610131707.5 2016 年 3 月 8 日 (08.03.2016) CN
201610130395.6 2016 年 3 月 8 日 (08.03.2016) CN
- (71) 申请人: 深圳光启智能光子技术有限公司 (KUANG-CHI INTELLIGENT PHOTONIC TECHNOLOGY LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道 9 号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 刘若鹏 (LIU, Ruopeng); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道 9 号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 许伟成 (XU, Weicheng); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道 9 号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 范林勇 (FAN, Linyong); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中

一道 9 号软件大厦 2 楼, Guangdong 518057 (CN)。
肖光锦 (XIAO, Guangjin); 中国广东省深圳市南山区高新区高新中一道 9 号软件大厦 2 楼, Guangdong 518057 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: OPTICAL NOISE REMOVAL CIRCUIT, OPTICAL RECEIVER, AND OPTICAL CHIP

(54) 发明名称: 光噪去除电路、光接收器以及光芯片

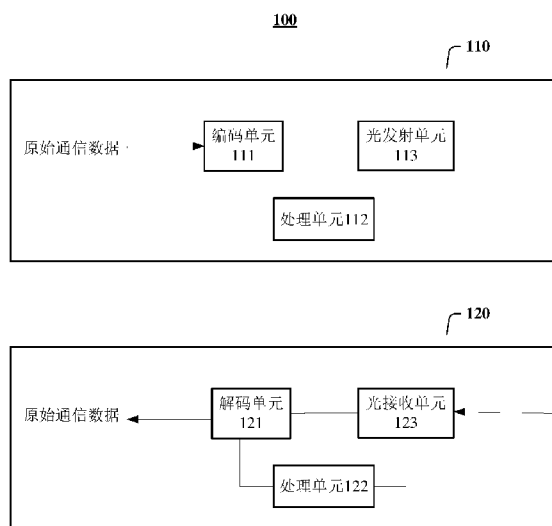


图 1

110 ORIGINAL COMMUNICATION DATA
111 CODING UNIT
112 PROCESSING UNIT
113 OPTICAL TRANSMITTING UNIT

120 ORIGINAL COMMUNICATION DATA
121 DECODING UNIT
122 PROCESSING UNIT
123 OPTICAL RECEPTION UNIT

(57) Abstract: The present invention relates to an optical noise removal circuit, an optical receiver, and an optical chip. The optical noise removal circuit comprises a noise filtering unit and a comparison unit. An input end of the noise filtering unit receives electrical signals of an optical-to-electrical conversion unit. The noise filtering unit is used for filtering out a noise electrical signal among the electrical signals that is generated due to ambient light, and outputting a target pulse signal at an output end. A first input end of the comparison unit is coupled to an output end of the noise filtering unit to receive the target pulse signal. The comparison unit is used for outputting a digital signal according to comparison between the target pulse signal and a reference voltage. By implementing the present invention, the quality of optical signal reception can be effectively improved.

(57) 摘要: 本发明涉及一种光噪去除电路、光接收器以及光芯片, 其中, 光噪去除电路包括: 噪声过滤单元, 该噪声过滤单元的输入端接收来自光电转换单元的电信号, 该噪声过滤单元用于过滤掉该电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号; 以及比较单元, 该比较单元的第一输入端耦接至该噪声过滤单元的输出端以接收该目标脉冲信号, 该比较单元用于根据该目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。实施本发明, 能够有效地提高接收光信号的质量。



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

发明名称：光噪去除电路、光接收器以及光芯片

技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信技术，尤其涉及光噪去除电路、光接收器以及光芯片。

背景技术

[0002] 可见光通信技术是一种在LED

技术上发展起来的新型无线光通信技术。通过LED光源的高频率闪烁来进行通信，可见光通信的传输速率最高达每秒千兆。可见光通信有着相当丰富的频谱资源，这是包括微波通信在内的一般无线通信无法比拟的。同时，可见光通信可以适用任何通信协议、适用于任何环境，并且可见光通信的设备架设灵活便捷、成本低廉，适合大规模普及应用。

[0003] 可见光通信系统利用可见光进行近距离通信，可见光的指向性高，不能穿透障碍物，比使用无线通信方式具有更高的安全性。目前已有一些可见光通信系统开始应用，如光子物联网中的光子门禁系统、光子支付等。随着诸如手机之类的便携式设备的日益普及，可以利用手机的闪光灯功能将手机用作光子客户端，这大大地降低了可见光通信的应用门槛，而且由于手机本身就是用户随身携带的，因此不会对用户造成额外负担。

技术问题

[0004] 但是，日常利用手机等便携式光子客户端进行的可见光通信一般都是在有环境光的环境中。光子接收端在接收到光子客户端发出的光信号时通过光电转换将该光信号转换为有意义的电信号。然而，在环境光的照射下，光子接收端仍然会将毫无疑义的环境光转换成无用的电信号，这些无用的电信号是噪声信号，干扰了光子接收器正确地接收光子客户端发出的光信号。

[0005] 因此，本领域亟需一种能够改善光信号的接收的技术。

问题的解决方案

技术解决方案

[0006] 根据本发明的一方面，提供了一种光噪去除电路，包括：噪声过滤单元，该噪

声过滤单元的输入端接收来自光电转换单元的电信号，该噪声过滤单元用于过滤掉该电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及比较单元，该比较单元的第一输入端耦接至该噪声过滤单元的输出端以接收该目标脉冲信号，该比较单元用于根据该目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。

[0007] 根据本发明的另一方面，提供了一种光接收器，包括：光电转换单元，该光电转换单元用于接收光信号并通过光电转换产生电信号；噪声过滤单元，该噪声过滤单元耦接至该光电转换单元，该噪声过滤单元用于过滤掉该电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及比较单元，该比较单元的第一输入端耦接至该噪声过滤单元的输出端以接收该目标脉冲信号，该比较单元用于根据该目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。

[0008] 根据本发明的第三个方面，提供了一种光芯片，包括：光电转换单元，该光电转换单元用于接收光信号并通过光电转换产生电信号；光噪去除单元，该光噪去除单元耦接至该光电转换单元，用于去除该电信号中的光噪声以输出数字电平信号；以及解码单元，该解码单元用于根据该数字电平信号的电平翻转情况输出信息比特以获得传输数据。

发明的有益效果

有益效果

[0009] 实施本发明，能够有效地提高接收光信号的质量。

对附图的简要说明

附图说明

[0010] 在结合以下附图阅读本公开的实施例的详细描述之后，能够更好地理解本发明的上述特征和优点。在附图中，各组件不一定是按比例绘制，并且具有类似的相关特性或特征的组件可能具有相同或相近的附图标记。

[0011] 图1是示出了可在其中实践本发明的可见光通信系统的简化框图；

[0012] 图2是示出了根据本发明的一方面的解码单元的简化框图；

[0013] 图3是示出了根据本发明的一方面的解码单元的解码结果的示意图；

- [0014] 图4是示出了根据本发明的另一方面的光接收单元的框图；
- [0015] 图5是示出了根据本发明的第一实施例的光接收器的各组件的框图；
- [0016] 图6是示出了在无环境光的条件下光电转换单元生成的目标电信号的示意图；
- [0017] 图7是示出了在有环境光且无信号光源的条件下光电转换单元生成的噪声电信号的示意图；
- [0018] 图8是示出了在有环境光且有信号光源的条件下光电转换单元生成的电信号的示意图；
- [0019] 图9是示出了光噪过滤单元输出的目标脉冲信号的示意图；
- [0020] 图10是示出了目标脉冲信号经滤波后的信号示意图；
- [0021] 图11是示出了比较器输出的数字电平信号的示意图；
- [0022] 图12是示出了根据本发明的第二实施例的光接收器的各组件的框图；
- [0023] 图13是示出了根据本发明的第三实施例的光接收器的各组件的框图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0024] 以下结合附图和具体实施例对本发明作详细描述。注意，以下结合附图和具体实施例描述的诸方面仅是示例性的，而不应被理解为对本发明的保护范围进行任何限制。
- [0025] 图1示出了可在其中实践本发明的可见光通信系统的简化框图。可见光通信系统100包括光子客户端110和光子接收端120。光子客户端110包括编码单元111。编码单元111接收原始通信数据。原始通信数据可以是与光子客户端110要传达给光子接收端的任何信息数据，例如，用户身份（ID）信息、操作指令等等。
- [0026] 编码单元111可以采用任何编码方式来编码原始通信数据。编码单元111将经编码信号输出至光发射单元113。光发射单元113可以例如通过以发光表示逻辑高、而以不发光表示逻辑低（或反之）来将接收到的经编码信号以可见光的形式发送出去。光发射单元113可以是LED或其他具有发光功能的元件。光子客户端110可以是光子物联网，例如光子门禁系统中的便携式设备，诸如手机、平板电脑、PDA和光钥匙等等。光钥匙即基于可见光通信的可实现打开门锁的钥匙，也可以称为光子钥匙。此时，光发射单元113可以是手机上的闪光灯或者是外接

在手机上的具有发光功能的元件。

[0027] 处理单元112可以控制编码单元111、光发射单元113的操作。处理单元112可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）等。通用处理器可以是微处理器，但在替换方案中，该处理单元112也可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理单元112还可以被实现为计算设备的组合，例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置。

[0028] 光子接收端120包括用于接收客户端110发射的可见光信号、并将可见光信号转换为数字信号的光接收单元123。例如，对于LED灯产生的高频率闪烁，有光可代表逻辑高，无光可代表逻辑低，或反之，从而可将接收的可见光信号转换为电信号。光接收单元123可包括光敏器件，例如光电三极管、光电二极管。利用光电三极管、光电二极管的电信号与光信号的特性，通过光电转换将形成电脉冲信号。

[0029] 解码单元121接收由光接收单元123输出的电信号并对其进行解码，以恢复出原始通信数据。处理单元122可以控制解码单元121、光接收单元123的操作。处理单元122可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）等。通用处理器可以是微处理器，但在替换方案中，该处理单元122也可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理单元122还可以被实现为计算设备的组合，例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置。

[0030] 光子接收端120，特别是光子接收端120中的解码单元121和光接收单元123可以被集成在光芯片中。该光芯片可用于光子门禁系统中的门禁端、光子锁系统中的光子锁受控端等等。

[0031] 图2示出了根据本发明的一方面的解码单元200的简化框图。根据本发明的一方面，该解码单元200可根据数字电平信号的电平翻转情况输出信息比特以获得传输数据。

[0032] 具体而言，根据本发明的该方面，信号电平反转一次表示比特1，信号电平不变表示比特0，也就是说，用信号从高电平到低电平的一次跃迁来表示比特1，

或者用信号从低电平到高电平的一次跃迁表示比特1，而不是用高电平本身表示比特1。因此每次传输比特1都会发生电平的跃迁，一组信号传输5个比特1会导致5次电平跃迁，每次电平跃迁都使接收方能根据信号的实际到达来对自身时钟进行重同步调整，这种发送方和接收方的同步机制能明显提高信号的传输效率。

[0033] 如图2所示，解码单元200可包括判决单元210。判决单元210可响应于电平翻转输出信息比特1，以及响应于电平维持不变输出信息比特0，或者，判决单元210可响应于电平翻转输出信息比特0，以及响应于电平维持不变输出信息比特1。判决单元210可以由逻辑器件组成的判决器、判决电路等硬件实现，也可以软件实现。

[0034] 图3是示出了本发明的解码单元的解码结果的示意图，由图3可知，假设信号在高电平与低电平之间跃迁时表示比特1，因此图中发送的信号为01100001。

[0035] 经过进一步研究发现，在光芯片的使用过程中，环境光的存在导致光芯片正确接收和解码光信号的能力大大下降。因此，本发明的另一方面致力于提供了能降低环境光的噪声影响的光芯片。

[0036] 图4是示出了根据本发明的一方面的光接收单元400的框图。如图4所示，光接收单元400可包括光电转换单元410。光电转换单元410可用于接收光信号，并通过光电转换将收到的光信号转换成电信号。光电转换单元410可包括光电三极管、光电二极管等。

[0037] 光电转换单元410接收到的光信号可包括信号光源（例如，光子客户端的光发射单元）发出的带有通信数据的目标光信号，但是也可能包括作为噪声的环境光。因此，光电转换单元410生成的电信号中可包括源于信号光源的目标电信号，也可包括源于环境光的噪声电信号。

[0038] 环境光严重影响了对目标光信号的正确接收，降低了光通信的吞吐量，甚至有可能导致通信失败。为此，根据本发明的一方面的光接收单元400还可包括光噪声去除单元420以去除环境光噪声的影响。

[0039] 光电转换单元410生成的电信号可包括源于信号光源的目标电信号，也可包括源于环境光的噪声电信号。如上所述，信号光源发射按一定规律高频闪烁的光

信号，例如有光可代表逻辑高，无光可代表逻辑低。通过光电转换，光电转换单元410得到的对应目标电信号相应地为一高低电平脉冲序列，例如，高电平对应于信号光源发光，低电平对应于信号光源不发光。然而，环境光一般是不变或变化可忽略不计的。因此，对应于环境光，光电转换单元410生成的噪声电信号可近似为一直流信号，或幅值较小且变化缓慢的交流信号。所以，在存在环境光的条件下，光电转换单元410在接收信号光源的目标光信号后生成的电信号是叠加了一噪声电信号的脉冲信号。

[0040] 鉴于此，光噪去除单元420可包括噪声过滤单元421。噪声过滤单元421耦接至光电转换单元410以接收光电转换单元410生成的电信号。噪声过滤单元421可过滤掉电信号中由于环境光而生成的噪声电信号，从而生成目标脉冲信号。该目标脉冲信号的脉冲序列可近似于目标电信号，例如具有与目标电信号变化一致的脉冲序列。

[0041] 光噪去除单元420还可包括比较单元422。比较单元422的第一输入端可耦接至噪声过滤单元421的输出端以接收目标脉冲信号。比较单元422可基于该目标脉冲信号和参考电压的比较来输出数字电平信号。

[0042] 噪声过滤单元421输出的目标脉冲信号尽管具有与目标电信号变化一致的脉冲序列，但是该目标脉冲信号的脉冲幅值一般较小，难以被用作数字电路的逻辑电平信号，比较单元422可通过目标脉冲信号与参考电压的比较输出逻辑电平信号，例如取决于电源电压，高电平可达3-5V。该参考电压的大小可以介于目标脉冲信号的脉冲序列的峰值和谷值之间。例如，在目标脉冲信号的电平高于参考电压时（对应于目标脉冲信号的脉冲），比较单元422可输出逻辑高电平，而在目标脉冲信号的电平低于参考电压时（对应于目标脉冲信号的脉冲间隔），比较单元422可输出逻辑低电平。由此，可以得到准确反映信号光源发射的目标光信号的数字逻辑的逻辑电平信号。

[0043] 在此情形中，解码单元所解码的对象即为该比较单元422输出的数字电平信号。由于该数字电平信号是消除了光噪声的干净信号，因此可以提高解码单元的解码效率，进一步改善光通信吞吐量。

[0044] 在本实施例中的光噪去除单元还可以通过电路组件以电路的形式来实现，即作

为光噪去除电路来进行实施。此时的光噪去除电路包括噪声过滤单元，所述噪声过滤单元的输入端接收来自光电转换单元的电信号，所述噪声过滤单元用于过滤掉所述电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及比较单元，所述比较单元的第一输入端耦接至所述噪声过滤单元的输出端以接收所述目标脉冲信号，所述比较单元用于根据所述目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。

[0045] 图5是示出了根据本发明的第一实施例的光接收单元500的各组件的框图。如图5所示，光接收单元500可包括光电三极管Q1，以将光信号转换为电信号。作为替换，也可使用光电二极管等其他光敏器件作为光电转换单元。

[0046] 光接收单元500还可包括二极管D1和电阻R1。光电三极管Q1的集电极耦接至电源电压Vcc（例如，5V），光电三极管Q1的发射极耦接至电阻R1的一端以及二极管D1的正极，电阻R1的另一端接地，这里电阻R1起到箝位的作用，即电阻R1为箝位电阻。

[0047] 光接收单元500还可包括电阻R2和电容C1，以及运算比较器CMP。电阻R2的一端耦接至二极管D1的负极，另一端耦接至电容C1的一端和比较器CMP的负输入端子，电容C1的另一端接地。另外，比较器CMP的正输入端子耦接至二极管D1的负极。比较器CMP的输出端可输出数字电平信号Vout，并通过电阻R3耦接至电源电压Vcc。

[0048] 在没有任何光（包括信号光源和环境光）照射光电三极管Q1时，光电三极管Q1处于截止状态，没有电流通过，节点S1处电压为0。相应地，二极管D1也处于截止状态。

[0049] 当有光照射光电三极管Q1时（例如，信号光源、环境光源、或者同时这两者），由于光电效应，产生通过光电三极管Q1的电流，进而导致节点S1上的电压波动。节点S1上的该电压波动即代表了源于光电转换而生成的相应电信号。

[0050] 信号光源的目标光信号是高频闪烁的。在理想情况下，即没有环境光的条件下，S1上生成的电信号为对应于目标光信号的目标电信号，该目标电信号为—高低电平的脉冲序列。图6是示出了在无环境光的条件下光电转换单元生成的目标电信号的示意图。目标电信号的脉冲的幅值为V1。

- [0051] 在存在环境光但是没有信号光源的情况下，受环境光的照射，节点S1上生成的电信号为对应于环境光的噪声电信号。图7是示出了在有环境光且无信号光源的条件下光电转换单元生成的噪声电信号的示意图。一般情况下，环境光可被视为是不变或变化较慢的，因此，对应的噪声电信号可近似为一直流信号，大小为 V_2 ，如图7所示。
- [0052] 在有信号光源照射同时又存在环境光的条件下，节点S1上可生成包含了目标电信号和噪声电信号两者的电信号。图8是示出了在有环境光且有信号光源的条件下光电转换单元生成的电信号的示意图。如图8所示，此时的电信号是目标电信号的基础上叠加了一直流噪声电信号的脉冲信号，其脉冲的幅值为 $V_3=V_1+V_2$ ，脉冲间隔处的电平为 V_2 。
- [0053] 节点S1处的电压是由光电转换导致的通过电阻R1的电流（由光强决定）以及R1的阻值所决定的。光越强，电阻R1越大，则节点S1处的电压越大。一般而言，环境光的光强是小于信号光源（例如，闪光灯）的光强的。因此，在相对大小上， $V_1 > V_2$ 。
- [0054] 假设，二极管D1的导通电压为 V_T 。通过选取适当的R1阻值，可以使得在 $V_1 > V_T \geq V_2$ 。即，在只有环境光的条件下，直流噪声电信号不足以使二极管D1导通。D1一直处于截止状态，节点S2上的电压也一直为0。但是在只有信号光源、或者在既有信号光源又有环境光的条件下，产生的电信号（包括目标电信号和噪声电信号）可以使二极管D1按照目标电信号的脉冲序列而有规律地导通和截止，从而在节点S2上产生与目标电信号对应的目标脉冲信号。该目标脉冲信号具有与目标电信号变化一致的脉冲序列，并且脉冲幅值：
- [0055] $V_4=V_1-V_T$ ，只有信号光源但无环境光的照射条件；以及
- [0056] $V_4=V_3-V_T=V_1+V_2-V_T$ ，既有信号光源又有环境光的照射条件。
- [0057] 图9是示出了该目标脉冲信号的示意图。如图9所示，该目标脉冲信号具有与目标电信号变化一致的脉冲序列，区别仅在于脉冲幅值 $V_4 \leq V_1$ 。
- [0058] 此处，二极管D1起到了过滤光噪的作用，可对应于图4的噪声过滤单元421。一些情况下，环境光也是以一定频率变化的，例如日光灯，只是与信号光源的闪烁频率相比可以忽略不计，本文中也因此将噪声电信号近似为直流信号。但是

此时，产生的噪声电信号仍有可能影响最终的逻辑输出。因此，通过二极管D1过滤掉噪声电信号，极大地提高了接收精度。

[0059] 二极管D1的负极耦接至比较器CMP的正输入端子，即将该目标脉冲信号送至比较器CMP作为其正输入。比较器CMP具有两个输入端子，为正输入端子和负输入端子。当比较器CMP的正输入大于负输入时，输出逻辑高，例如TTL电平3V，这取决于电源电压Vcc，否则输出逻辑低，例如TTL电平0V。

[0060] 比较器CMP的负输入端子耦接至电阻R2和电容C1的连接点S3。这里，电阻R2和C1可构成低通滤波器，以对目标脉冲信号进行滤波。对任何一个信号 $f(t)$ 都可以使用傅立叶级数展开：

[0061]

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t$$

[0062] 故经过低通滤波器滤波后，理想情况只有直流分量通过。对于RC滤波器，其传递函数为

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega R_2 C_1}, \quad |H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}}, \quad \omega_c$$

为输入信号频率，

$$\omega_c = \frac{1}{R_2 C_1}$$

。当

$$\omega = 0$$

时，

$$|H(j\omega)| = 1$$

，当

$$\omega = 0$$

时，增益

$$0 < |H(j\omega)| < 1$$

。实际电路中，该RC低通滤波器并未过滤掉除直流外的所有频率分量，因此，经过低通滤波，在节点S3处输出目标脉冲信号中的近似直流分量，其幅值介于0~V4之间，具体取决于R2、C1值。图10是示出了目标脉冲信号经滤波后的信号，即V5的示意图。

[0063] 节点S3处的经滤波信号被输入到比较器CMP的负输入端。比较器CMP可输出数字电平信号，该数字电平信号为逻辑电平信号，例如逻辑1为TTL高电平（诸如3V），逻辑0为TTL低电平（诸如0V）。图11是示出了比较器输出的数字电平信号的示意图。

[0064] 这里的比较器CMP可对应于图4的比较单元422。R2和C1构成的低通滤波器为比较器CMP提高了供比较之用的参考电压，因此可被视为参考电压生成单元。

[0065] 图12是示出了根据本发明的第二实施例的光接收单元1200的各组件的框图。类似于图5，光接收单元1200可包括光电三极管Q1，以将光信号转换为电信号。作为替换，也可使用光电二极管等其他光敏器件作为光电转换单元。

[0066] 光接收单元1200还可包括电容C1和电阻R1。光电三极管Q1的集电极耦接至电源电压Vcc（例如，5V），光电三极管Q1的发射极耦接至电阻R1的一端以及电容C1的一端，电阻R1的另一端接地。

[0067] 光接收单元1200还可包括分压电阻和三极管Q2。电容C1的另一端耦接至分压电阻中间节点。该分压电阻包括电阻R2和R3。R2和R3的该中间节点还被耦接至三极管Q2的基极。R2和R3的另一端分别耦接至电源电压Vcc和接地。三极管Q2的发射极接地，而其集电极通过电阻R4耦接至电源电压，该集电极还用于输出数字电平信号Vout。

[0068] 类似于上文参考图5描述的，在没有任何光（包括信号光源和环境光）照射光电三极管Q1时，光电三极管Q1处于截止状态，没有电流通过，节点S1处电压为

0。

[0069] 当有光照射光电三极管Q1时（例如，信号光源、环境光源、或者同时这两者），由于光电效应，产生通过光电三极管Q1的电流，进而导致节点S1上的电压波动。节点S1上的该电压波动即代表了源于光电转换而生成的相应电信号。

[0070] 分压电阻R2、R3的值决定了节点S4处的基础电压

$$V_{\text{基}} = V_{\text{cc}} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

。容易理解，在没有光照射光电三极管Q1时，该基础电压即为三极管Q2的偏置电压。

[0071] 信号光源的目标光信号是高频闪烁的。在理想情况下，即没有环境光的条件下，S1上生成的电信号为对应于目标光信号的目标电信号，该目标电信号为一高低电平的脉冲序列。

[0072] 在存在环境光但是没有信号光源的情况下，受环境光的照射，节点S1上生成的电信号为对应于环境光的噪声电信号。一般情况下，环境光可被视为是不变或变化较慢的，因此，对应的噪声电信号可近似为一直流信号。

[0073] 在有信号光源照射同时又存在环境光的条件下，节点S1上可生成包含了目标电信号和噪声电信号两者的电信号。此时的电信号是目标电信号的基础上叠加了一直流噪声电信号的脉冲信号。

[0074] 电容C1起到通交流、隔直流的作用。即，电信号中的直流分量无法到达节点S4处。如上所述，噪声电信号是直流信号、或近似直流信号。由此，电容C1可以有效地过滤掉噪声电信号。所以，C1起到过滤噪声电信号的作用，对应于图4的噪声过滤单元421。到达节点S4的目标脉冲信号则近似于目标电信号，例如具有与目标电信号变化一致的脉冲序列。

[0075] 通过设置分压电阻，可使基础电压 $V_{\text{基}}$ 设为小于Q2的导通电压，而在叠加了目标脉冲信号的电压后大于Q2的导通电压。由此，三极管Q2可按照目标电信号的脉冲序列而有规律地导通和截止。通过三极管Q2的导通和截止，可在集电极输出相应的数字电平信号 V_{out} 。

[0076] 在本实施例中，三极管Q2通过节点S4处的电压与自身导通电压的比较来输出

数字电平信号，可对应于图4的比较单元422。由于参考电压是三极管Q2自身的导通电压，因此，比较单元222可被视为自身即包含了参考电压生成单元，或者参考电压生成单元是比较单元的一部分。

[0077] 图13是示出了根据本发明的第三实施例的光接收单元1300的各组件的框图。类似于图12，光接收单元1300可包括光电三极管Q1，以将光信号转换为电信号。作为替换，也可使用光电二极管等其他光敏器件作为光电转换单元。

[0078] 光接收单元1300还可包括电容C1和电阻R1。光电三极管Q1的集电极耦接至电源电压Vcc（例如，5V），光电三极管Q1的发射极耦接至电阻R1的一端以及电容C1的一端，电阻R1的另一端接地。

[0079] 光接收单元1300还可包括第一分压电阻和比较器CMP。电容C1的另一端耦接至分压电阻中间节点。该第一分压电阻包括电阻R2和R3。R2和R3的该中间节点还被耦接至比较器CMP的正输入端子。R2和R3的另一端分别耦接至电源电压Vcc和接地。

[0080] 光接收单元1300还可包括第二分压电阻，后者包括电阻R4和R5。比较器CMP的负输入端子可耦接至第二分压电阻的中间节点，R4和R5的另一端分别耦接至电源电压Vcc和接地。

[0081] 图13与图12的电路从左侧起直至节点S4都是一样的，即在节点S4上可生成目标脉冲信号。区别在于图13中使用比较器CMP作为比较单元来执行比较和输出。即，目标脉冲信号被输入至比较器CMP的正输入端子。比较器CMP的负输入端子被耦接至第二分压电阻的中间节点，即R4和R5的连接点，以接收供比较之用的参考电压。在此意义上，第二分压电阻可被视为参考电压生成单元。

[0082] 容易理解，输入至比较器CMP的负输入端子的该参考电压可介于目标脉冲信号的脉冲序列的峰值和谷值之间。由此，CMP可输出反映信号光源发射的目标光信号的数字逻辑的逻辑电平信号。

[0083] 尽管出于说明的目的描述了特定的实施例，但是容易理解，本发明的各方面并不限于这些特定实施例。参照特定实施例描述的一些组件可能不是必需的、可能有替换组件、或者还可能有额外的组件。例如，参照图5描述的第一实施例中的比较器可用三极管或其他比较手段来实现。

- [0084] 本领域的技术人员将理解，结合此处公开的实施例描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法可被实现为电子硬件、存储在存储器中或另一计算机可读介质中并由处理器或其它处理设备执行的指令、或其组合。此处公开的存储器可以是任何类型和大小的存储器，且可被配置成存储所需的任何类型的信息。为清楚地说明这一可互换性，以上已经以其功能的形式一般地描述了各种说明性组件、框、模块、电路、和步骤。此类功能如何被实现取决于施加在整体系统上的具体应用、设计选择和/或设计约束。技术人员可针对每一具体应用以不同方式来实现所描述的功能，但此类实现决策不应被解读为致使脱离本公开的范围。
- [0085] 结合本文所公开的实施例描述的各种说明性逻辑块、模块、和电路可用设计成执行本文所描述的功能的处理器、DSP、专用集成电路（ASIC）、FPGA或其它可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件、或其任何组合来实现或执行。处理器可以是微处理器，但在替代方案中，处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合，例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核协同的一个或多个微处理器或任何其它此类配置。
- [0086] 此处公开的各实施例可被实现为硬件和被存储在硬件中的指令，这些指令可例如驻留在随机存取存储器（RAM）、闪存、只读存储器（ROM）、电可编程ROM（EPROM）、电可擦可编程ROM（EEPROM）、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或本领域中所知的任何其它形式的存储介质中。示例性存储介质被耦合到处理器，以使得处理器能从/向该存储介质读取/写入信息。替换地，存储介质可以被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。
- [0087] 提供对本公开的先前描述是为使得本领域任何技术人员皆能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对本领域技术人员来说都将是显而易见的，且本文中所定义的普适原理可被应用到其他变体而不会脱离本公开的精神或范围。由此，本公开并非旨在被限定于本文中所描述的示例和设计，而是应被授予与本文中所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种光噪去除电路，包括：
- 噪声过滤单元，所述噪声过滤单元的输入端接收来自光电转换单元的电信号，所述噪声过滤单元用于过滤掉所述电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及
- 比较单元，所述比较单元的第一输入端耦接至所述噪声过滤单元的输出端以接收所述目标脉冲信号，所述比较单元用于根据所述目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的光噪去除电路，其特征在于，所述噪声过滤单元包括：
- 二极管，所述二极管的正极耦接至所述光电转换单元、以及所述二极管的负极耦接至所述比较单元的所述第一输入端。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的光噪去除电路，其特征在于，还包括：
- 箝位电阻，所述箝位电阻与所述光电转换单元串联，所述箝位电阻的第一端耦接至所述光电转换单元的一端和所述二极管的正极，所述箝位电阻的第二端接地，以及所述光电转换单元的另一端接电源电压，所述箝位电阻将所述二极管的正极上的电压箝位至在无信号光源照射情况下小于所述二极管的导通电压、而在有信号光源照射的情况下大于所述二极管的导通电压的一电压水平。
- [权利要求 4] 如权利要求2所述的光噪去除电路，其特征在于，还包括：
- 参考电压生成单元，所述参考电压生成单元包括电阻和电容以构成低通滤波器，所述电阻的一端耦接至所述二极管的负极、另一端耦接至所述电容的一端和所述比较单元的第二输入端以提供所述参考电压，以及所述电容的另一端接地。
- [权利要求 5] 如权利要求1所述的光噪去除电路，其特征在于，所述噪声过滤单元包括：
- 耦合电容，所述耦合电容的第一端耦接至所述光电转换单元、以及第二端耦接至所述比较单元的所述第一输入端。

- [权利要求 6] 如权利要求5所述的光噪去除电路，其特征在于，还包括：
第一分压电阻，所述第一分压电阻的第一节点耦接至电源电压、第二节点接地、以及中间节点耦接至所述耦合电容的所述第二端和所述比较单元的所述第一输入端，所述中间节点处的电压在无所述信号光源照射情况下小于所述参考电压、而在有所述信号光源照射的情况下大于所述参考电压。
- [权利要求 7] 如权利要求1所述的光噪去除电路，其特征在于，所述比较单元包括：
比较器，所述比较器的正输入端子是所述比较单元的所述第一输入端、以及负输入端子接收所述参考电压。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的光噪去除电路，其特征在于，还包括：
参考电压生成单元，所述参考电压生成单元耦接至所述比较器的所述负输入端子以提供所述参考电压。
- [权利要求 9] 如权利要求8所述光噪去除电路，其特征在于，所述参考电压生成单元包括：
第二分压电阻，所述第二分压电阻的第一节点耦接至电源电压、第二节点接地、以及中间节点耦接至所述比较器的所述负输入端子以提供所述参考电压。
- [权利要求 10] 如权利要求1所述的光噪去除电路，其特征在于，所述比较单元包括：
三极管，所述三极管的基极是所述比较单元的所述第一输入端从而耦接至所述噪声过滤单元的输出端，所述三极管的发射极接地、以及集电极通过电阻耦接至电源电压，所述集电极用于输出所述数字信号，其中所述参考电压为所述三极管的导通电压。
- [权利要求 11] 一种光接收器，包括：
光电转换单元，所述光电转换单元用于接收光信号并通过光电转换产生电信号；
噪声过滤单元，所述噪声过滤单元耦接至所述光电转换单元，所述噪

声过滤单元用于过滤掉所述电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及

比较单元，所述比较单元的第一输入端耦接至所述噪声过滤单元的输出端以接收所述目标脉冲信号，所述比较单元用于根据所述目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出数字信号。

[权利要求 12] 如权利要求11所述的光接收器，其特征在于，所述光电转换单元包括光电三极管或光电二极管。

[权利要求 13] 一种光芯片，包括：
光电转换单元，所述光电转换单元用于接收光信号并通过光电转换产生电信号；
光噪去除单元，所述光噪去除单元耦接至所述光电转换单元，用于去除所述电信号中的光噪声以输出数字电平信号；以及
解码单元，所述解码单元用于根据所述数字电平信号的电平翻转情况输出信息比特以获得传输数据。

[权利要求 14] 如权利要求13所述的光芯片，其特征在于，所述解码单元包括：
判决单元，响应于电平翻转输出信息比特1，以及响应于电平维持不变输出信息比特0；或者，
所述判决单元响应于电平翻转输出信息比特0，以及响应于电平维持不变输出信息比特1。

[权利要求 15] 如权利要求14所述的光芯片，其特征在于，所述电平翻转包括低电平到高电平的翻转和高电平到低电平的翻转两者。

[权利要求 16] 如权利要求13所述的光芯片，其特征在于，所述光噪去除单元包括：
噪声过滤单元，所述噪声过滤单元的输入端接收来自所述光电转换单元的电信号，所述噪声过滤单元用于过滤掉所述电信号中由于环境光而生成的噪声电信号并在输出端输出目标脉冲信号；以及
比较单元，所述比较单元的第一输入端耦接至所述噪声过滤单元的输出端以接收所述目标脉冲信号，所述比较单元用于根据所述目标脉冲信号与参考电压之间的比较来输出所述数字电平信号。

- [权利要求 17] 如权利要求16所述的光芯片，其特征在于，所述噪声过滤单元包括：二极管，所述二极管的正极耦接至所述光电转换单元、以及所述二极管的负极耦接至所述比较单元的所述第一输入端。
- [权利要求 18] 如权利要求17所述的光芯片，其特征在于，所述光噪去除单元还包括：
箝位电阻，所述箝位电阻与所述光电转换单元串联，所述箝位电阻的第一端耦接至所述光电转换单元的一端和所述二极管的正极，所述箝位电阻的第二端接地，以及所述光电转换单元的另一端接电源电压，所述箝位电阻将所述二极管的正极上的电压箝位至在无信号光源照射情况下小于所述二极管的导通电压、而在有信号光源照射的情况下大于所述二极管的导通电压的一电压水平。
- [权利要求 19] 如权利要求17所述的光芯片，其特征在于，所述光噪去除单元还包括：
参考电压生成单元，所述参考电压生成单元包括电阻和电容以构成低通滤波器，所述电阻的一端耦接至所述二极管的负极、另一端耦接至所述电容的一端和所述比较单元的第二输入端以提供所述参考电压，以及所述电容的另一端接地。
- [权利要求 20] 如权利要求16所述的光芯片，其特征在于，所述噪声过滤单元包括：耦合电容，所述耦合电容的第一端耦接至所述光电转换单元、以及第二端耦接至所述比较单元的所述第一输入端。
- [权利要求 21] 如权利要求20所述的光芯片，其特征在于，所述光噪去除单元还包括：
第一分压电阻，所述第一分压电阻的第一节点耦接至电源电压、第二节点接地、以及中间节点耦接至所述耦合电容的所述第二端和所述比较单元的所述第一输入端，所述中间节点处的电压在无所述信号光源照射情况下小于所述参考电压、而在有所述信号光源照射的情况下大于所述参考电压。
- [权利要求 22] 如权利要求16所述的光芯片，其特征在于，所述比较单元包括：

比较器，所述比较器的正输入端子是所述比较单元的所述第一输入端、以及负输入端子接收所述参考电压。

[权利要求 23] 如权利要求22所述的光芯片，其特征在于，所述光噪去除单元还包括：

参考电压生成单元，所述参考电压生成单元耦接至所述比较器的所述负输入端子以提供所述参考电压。

[权利要求 24] 如权利要求23所述的光芯片，其特征在于，所述参考电压生成单元包括：

第二分压电阻，所述第二分压电阻的第一节点耦接至电源电压、第二节点接地、以及中间节点耦接至所述比较器的所述负输入端子以提供所述参考电压。

[权利要求 25] 如权利要求16所述的光芯片，其特征在于，所述比较单元包括：

三极管，所述三极管的基极是所述比较单元的所述第一输入端从而耦接至所述噪声过滤单元的输出端，所述三极管的发射极接地、以及集电极通过电阻耦接至电源电压，所述集电极用于输出所述数字电平信号，其中所述参考电压为所述三极管的导通电压。

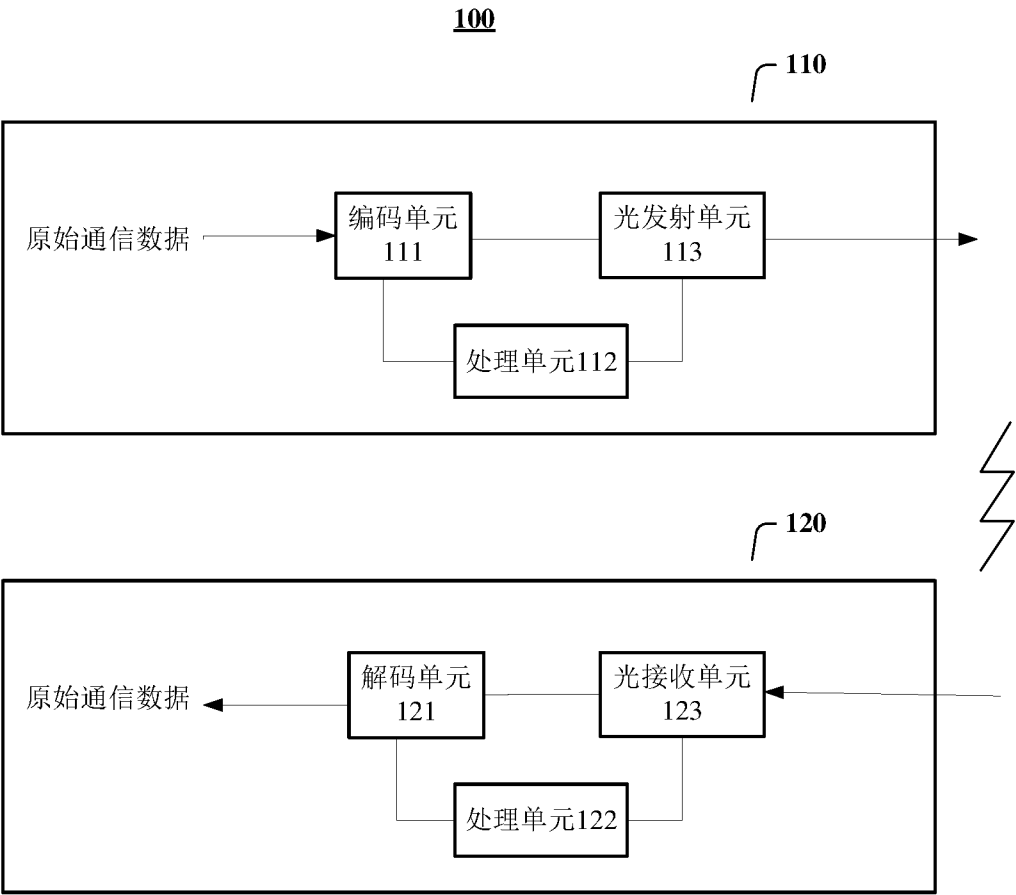


图 1

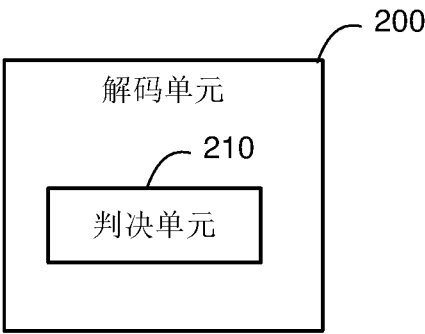


图 2

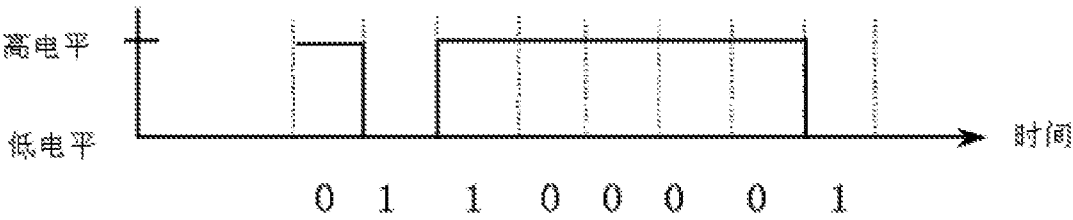


图 3

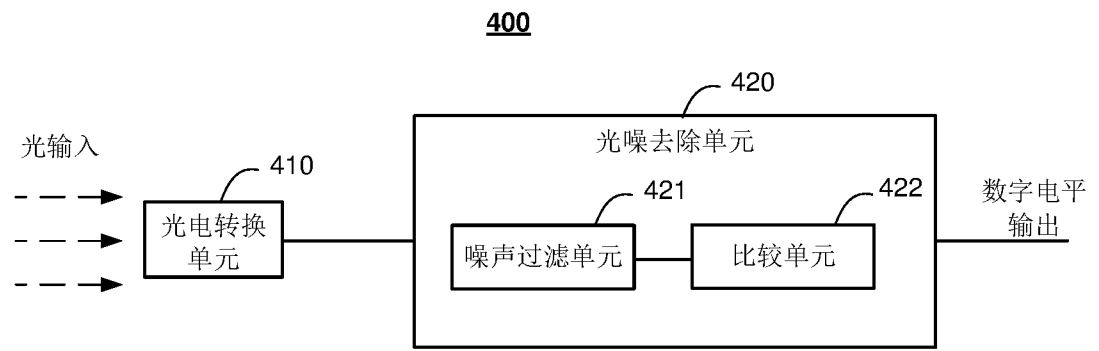


图 4

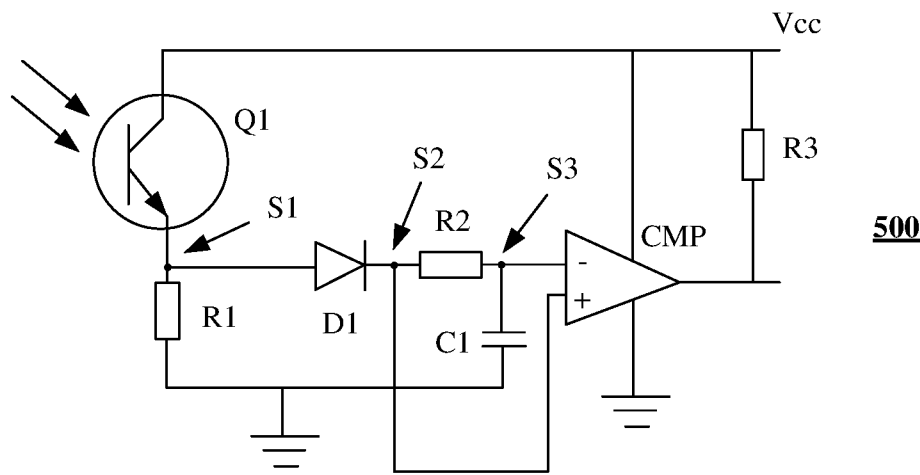


图 5

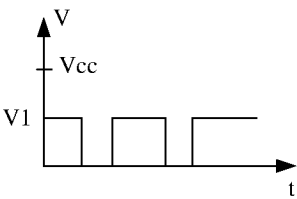


图 6

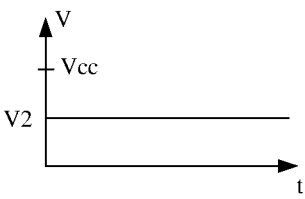


图 7

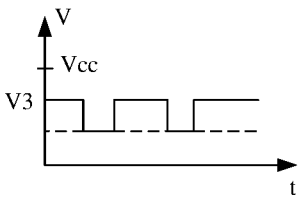


图 8

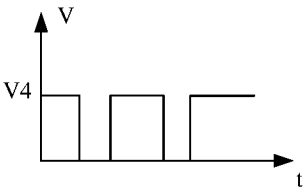


图 9

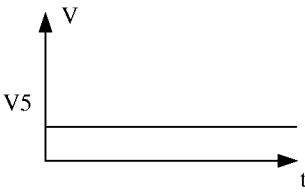


图 10

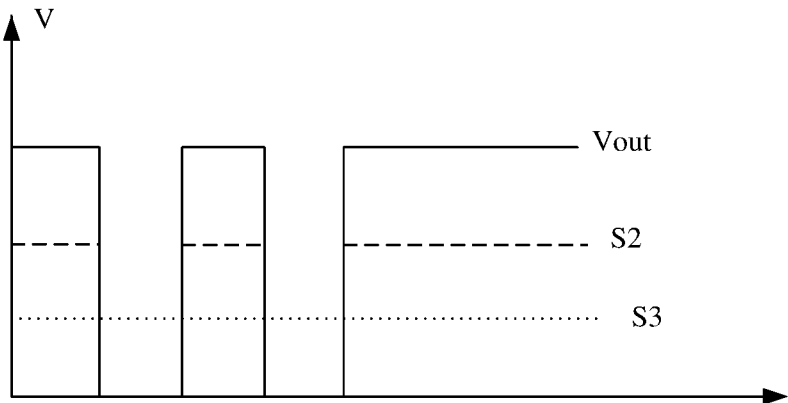


图 11

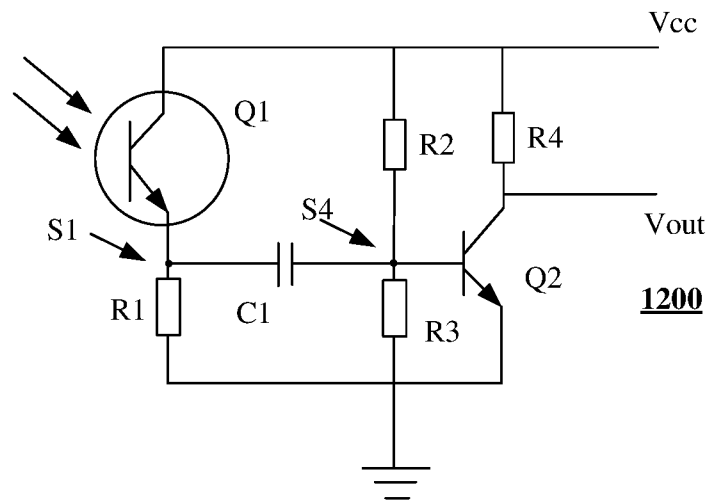


图 12

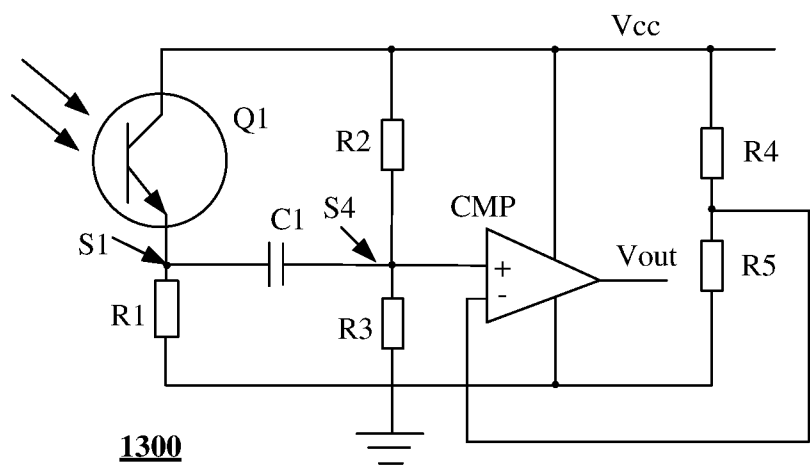


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/075622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/116 (2013.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: light, noise, environment+, background, filter, remove, eliminat+, visible light communication, VLC, compare

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 205407826 U (SHENZHEN KUANG-CHI INTELLIGENT PHOTONIC TECHNOLOGY LTD.), 27 July 2016 (27.07.2016), claims 1-12, description, paragraphs [0034]-[0084], and figures 2 and 3	1-25
X	CN 104717015 A (HANGZHOU YIYAO DATA SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.), 17 June 2015 (17.06.2015), description, paragraphs [0028]-[0099]	1, 11-15
A	CN 104717015 A (HANGZHOU YIYAO DATA SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.), 17 June 2015 (17.06.2015), the whole document	2-10, 16-25
A	CN 201503272 U (HASEE COMPUTER CO., LTD.), 09 June 2010 (09.06.2010), the whole document	1-25
A	CN 101232329 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 30 July 2008 (30.07.2008), the whole document	1-25
A	CN 104980217 A (ZOU, Xiao et al.), 14 October 2015 (14.10.2015), the whole document	1-25
A	KR 101503519 B1 (UNIV KYUNGHEE IND COOP), 19 March 2015 (19.03.2015), the whole document	1-25

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 May 2017 (18.05.2017)	Date of mailing of the international search report 25 May 2017 (25.05.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Wei Telephone No.: (86-10) 62089544

International application No.
PCT/CN2017/075622

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类 H04B 10/116(2013.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 光, 环境, 背景, 噪声, 去除, 消除, 过滤, 滤除, 可见光通信, 比较, light, noise, environment+, background, filter, remove, eliminat+, visible light communication, VLC, compare		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 205407826 U (深圳光启智能光子技术有限公司) 2016年 7月 27日 (2016 - 07 - 27) 权利要求1-12, 说明书第[0034]-[0084]段, 图2、3	1-25
X	CN 104717015 A (杭州易尧数据科技有限公司) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17) 说明书第[0028]-[0099]段	1, 11-15
A	CN 104717015 A (杭州易尧数据科技有限公司) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17) 全文	2-10, 16-25
A	CN 201503272 U (深圳市神舟电脑股份有限公司) 2010年 6月 9日 (2010 - 06 - 09) 全文	1-25
A	CN 101232329 A (华东理工大学) 2008年 7月 30日 (2008 - 07 - 30) 全文	1-25
A	CN 104980217 A (邹骁等) 2015年 10月 14日 (2015 - 10 - 14) 全文	1-25
A	KR 101503519 B1 (UNIV KYUNGHEE IND COOP) 2015年 3月 19日 (2015 - 03 - 19) 全文	1-25
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2017年 5月 18日		国际检索报告邮寄日期 2017年 5月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李微 电话号码 (86-10)62089544

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/075622

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	205407826	U	2016年 7月 27日	无			
CN	104717015	A	2015年 6月 17日	无			
CN	201503272	U	2010年 6月 9日	无			
CN	101232329	A	2008年 7月 30日	CN	101232329	B	2012年 5月 30日
CN	104980217	A	2015年 10月 14日	US	2016373189	A1	2016年 12月 22日
				TW	201701601	A	2017年 1月 1日
KR	101503519	B1	2015年 3月 19日	KR	20130085022	A	2013年 7月 26日