



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111431595 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 202010172846.9

(22) 申请日 2020.03.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111431595 A

(43) 申请公布日 2020.07.17

(73) 专利权人 北京大学
地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号

(72) 发明人 许辰人 陈国俊 王璞瑞

(74) 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129
代理人 何志欣

(51) Int. Cl.
H04B 10/116 (2013.01)
H04B 10/516 (2013.01)
H04B 10/61 (2013.01)
H04B 10/69 (2013.01)

(56) 对比文件
CN 108449136 A, 2018.08.24
CN 110379189 A, 2019.10.25

CN 106529645 A, 2017.03.22

CN 107909853 A, 2018.04.13

US 2019074901 A1, 2019.03.07

Xieyang Xu, Yang Shen, Junrui Yang, Chenren Xu, Guobin Shen等. Passive VLC: Enabling Practical Visible Light Backscatter Communication for Battery-free IoT Applications. 《MobiCom '17: Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking October 2017》. 2017,

Guojun Chen, Purui Wang, Lilei Feng, Yue Wu, Xieyang Xu, Yang Shen等. Demo Abstract: Long Range Retroreflective V2X Communication with Polarization-based Differential Reception. 《SenSys '18: Proceedings of the 16th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems November 2018 Pages 381》. 2018,

审查员 余芳芳

权利要求书2页 说明书22页 附图3页

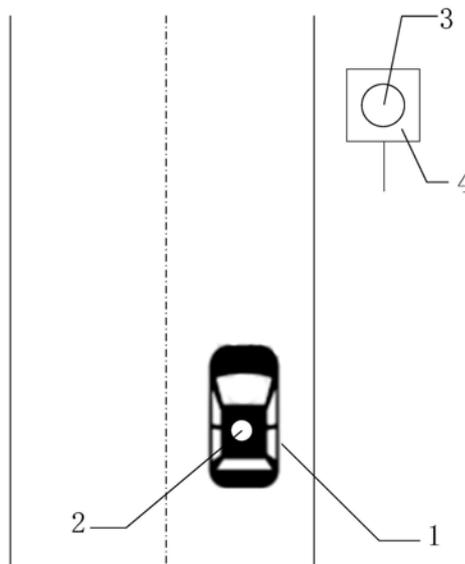
(54) 发明名称

一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统和方法,所述系统包括车辆上的读写装置能够与设置在基础设施上的被动通信的光标签建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在所述车辆与基础设施之间进行交互,所述光标签设有仅在进光时起偏的至少一个偏振器件,所述后置偏振是指所述光标签的光信号开或关的状态是后置在所述读写装置上发生的,从而所述读写装置与光标签之间的光信号是以在时间上和/或空间上连续的方式传输的。

CN 111431595 B



1. 一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统, 车辆(1)上的读写装置(2)能够与设置在基础设施(4)上的被动通信的光标签(3)建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路, 用于在所述车辆(1)与基础设施(4)之间进行交互,

其特征在于,

所述光标签(3)设有仅在进光时起偏的至少一个偏振器件(26),

所述后置偏振是指所述光标签(3)的光信号开或关的状态是后置在所述读写装置(2)上发生的, 从而所述读写装置(2)与光标签(3)之间的光信号是以在时间上和空间上连续的方式传输的, 其中,

在时间和空间上连续指的是光标签(3)反射的光信号的强度或幅度没有被调制, 光信号不产生规律且连续的变化, 从而光信号在空间上的幅度或光强随时间连续变化;

所述光标签(3)包括至少一个LCD(31)以及与所述LCD(31)连接的反光装置(315), 其中:

所述LCD(31)仅在其液晶材料(311)与所述反光装置(315)之间设置至少一个偏振器件(26), 使得所述读写装置(2)发射的光信号在被所述反光装置(315)反射之前通过所述偏振器件(26)起偏, 而在被所述反光装置(315)反射且经过所述液晶材料(311)调制后不起偏, 从而反射光至少在时间上和空间上连续的方式传输至所述读写装置(2);

所述读写装置(2)至少包括至少一个第一光学传感器(25), 其中:

在所述第一光学传感器(25)的进光路径设置有能够对光起偏的偏振器件(26), 使得所述光标签(3)反射的经过所述液晶材料(311)调制的至少在时间上和空间上连续的光信号转换为开或关的频率与所述液晶材料(311)的调制频率一致且在时间上和空间上离散的光信号, 从而所述第一光学传感器(25)接收的是符合开/关调制的开或关状态连续变化的光信号。

2. 根据前述权利要求之一所述的通信系统, 其特征在于, 所述偏振器件(26)包括设置在所述第一光学传感器(25)的进光路径上的至少一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件(261)以及第二偏振器件(262), 使得所述读写装置(2)能够接收到至少一对偏振差分光信号, 从而至少一对所述偏振差分光信号经差分处理之后能够抵消系统噪声和成倍地增加光强以提高系统的信噪比, 其中,

所述一对偏振差分光信号为一对有效光强相同且方位角之和始终保持不变的光信号, 其中,

所述方位角为光标签(3)反射的至少在时间上和空间上连续的光信号的偏振方向与所述第一偏振器件(261)/第二偏振器件(262)的偏振方向之间的夹角。

3. 根据权利要求2所述的通信系统, 其特征在于, 所述读写装置(2)设置有用于解调和差分处理所述一对偏振差分光信号的第一解调器(24), 其中,

所述第一解调器(24)将所述一对偏振差分光信号混频以抵消共有的系统噪声, 并且所述一对偏振差分光信号的方位角之和始终保持不变, 使得混频后的一对偏振差分光信号生成有效光强两倍于单个偏振差分光信号的混合光信号。

4. 根据权利要求3所述的通信系统, 其特征在于, 所述读写装置(2)设置有用于产生承载所述读写装置(2)向所述光标签(3)发射信息的本地振荡载波的振荡器(22), 所述混合光信号通过分别与所述振荡器(22)生成的第一载波以及与所述载波频谱奇对称的第二载波

关联,使得所述第一解调器(24)通过所述振荡器(22)实现同步避免相位信息丢失导致解调后的基带信号失真。

5.一种用于车联网通信的光标签,采用如权利要求1所述的光标签,其中,所述光标签设置在基础设施(4)和/或交通工具上,用于接收、发射并调制其他交通工具和/或基础设施(4)上的读写装置(2)发出的光信号,从而在所述光标签与读写装置(2)之间建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,实现车与车之间、车与基础设施(4)之间的交互,其特征在于,

所述光标签还包括用于接收光信号的第二光学传感器(34)以及与所述第二光学传感器(34)连接的可编程的第一控制器(33),其中,

所述第一控制器(33)基于所述第二光学传感器(34)接收的光信号内的基带信息和/或所述光标签本身携带的信息进行编辑,从而驱动与反光装置(315)连接的LCD(31)的偏振状态实现控制逻辑,使得所述光标签能够动态调制光信号。

6.根据权利要求5所述的光标签,其特征在于,在所述第二光学传感器(34)与所述第一控制器(33)之间还设置有第一调谐放大器(37)、第二解调器(36)以及比较器(35),其中,

所述第一调谐放大器(37)与所述第二光学传感器(34)连接以放大接收到的光信号,所述第二解调器(36)与所述第一调谐放大器(37)连接以解调所述光信号获取基带信号,所述比较器(35)分别与所述第二解调器(36)和所述第一控制器(33)连接,从将基带信号转换为数字信号传输至所述第一控制器(33)。

7.一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信方法,车辆(1)上的读写装置(2)能够与设置在基础设施(4)上的被动通信的光标签(3)建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在所述车辆(1)与基础设施(4)之间进行交互,

其特征在于,

所述方法至少包括:

所述光标签(3)驱动与反光装置(315)连接的LCD(31)的偏振状态实现控制逻辑,使得光信号保持其在时间上和空间上连续的方式传输至所述读写装置(2)的偏振器件(26),从而发生在所述光标签(3)上的光信号明暗变化的状态后置在所述读写装置(2)上发生,使得所述读写装置(2)通过光信号明暗状态的连续变化获取所述光标签(3)所发送的信息,其中,

在时间和空间上连续指的是光标签(3)反射的光信号的强度或幅度没有被调制,光信号不产生规律且连续的变化,从而光信号在空间上的幅度或光强随时间连续变化。

8.根据前述权利要求7所述的通信方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述读写装置(2)通过一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件(261)以及第二偏振器件(262)接收所述光信号,使得所述读写装置(2)能够得到一对偏振差分的光信号,并通过差分处理以成倍地提高接收光信号的能量和减少噪声的方式增加信噪比从而增加所述读写装置(2)与所述光标签(3)之间至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路的距离。

一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于光通信技术领域,涉及车联网通信系统和方法,涉及一种车辆与基础设施间的通信系统和方法,尤其涉及一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统和方法。

背景技术

[0002] 目前,道路的基础设施的智能化是研究热点,例如让道路更加智能化地传感,以及在动态的道路和交通的状况下,可以与基础设施附近的车辆进行通信,例如在交通事故、道路施工、道路表面湿滑等状况下,车载传感器可能识别和分析当前的道路和交通状态。随着技术的不断发展以及基础设施的智能化,I2V通信系统(Infrastructure-to-vehicle communications)意味着,能够将道路和交通的传感数据传输至即将到来的车辆。现有公认的成熟技术是专用短程通信技术,专用短程通信技术已经成熟的应用到ETC系统中,在车辆行进途中,即在不停车的情况下,实现车辆身份识别、电子扣费等。专用短程通信技术是一种高效的无线通信技术,它可以实现特定小区域内(通常为数十米)对高速运动下的移动目标的识别和双向通信。例如,车辆的“车-基础设施(Infrastructure-to-vehicle communications)”、“车-车(Vehicle-to-Vehicle)”双向通信,实时传输图像、语音和数据信息,将车辆和道路有机连接。

[0003] 例如,公开号为CN108780607A的中国专利文献公开了一种用于车辆(102)的基础设施识别设备(100)。所述基础设施识别设备(100)包括至少一个用于检测至少一个基础设施信息(120)的传感器单元(105),所述基础设施信息代表基础设施装置(125)的至少一个实际安装特征。此外,所述基础设施识别设备(100)具有用于读取至少一个应有基础设施信息(130)的接口(110),所述应有基础设施信息代表所述基础设施装置(125)的至少一个应有安装特征。最后,所述基础设施识别设备(100)包括用于将所述基础设施信息(120)与所述应有基础设施信息(130)比较的比较单元(115),其中,所述比较单元(115)构造成用于在所述基础设施信息(120)与所述应有基础设施信息(130)之间存在预先确定的关系时产生信号(135)。但是,该专利公开的用于车辆的基础设施识别设备以及专用短程通信技术成本均较高、都需要外部电源、都需要互联网的回程连接以及均依赖中继技术来扩大覆盖的通信范围,导致无法大规模地部署。因此,I2V通信系统需要一种成本低、能够阶段性部署以及易于部署的解决方案来实现。

[0004] 另一方面,路标和交通标志需要大范围地部署在每个需要的场所以及地点。路标和交通标志的重要性毋庸置疑,路标的最基础的功能是能够被人类的清晰的看到,其标识的内容和背景采用高对比度的颜色,在夜间和低可见亮度下,使用塑料反光涂层来增加路标被人眼识别的概率。例如,文献[1]Miguel A Garcia-Garrido,Manuel Ocaña,Llorca D F,et al.Complete Vision-Based Traffic Sign Recognition Supported by an I2V Communication System[J].Sensors,2012,12(2):1148-1169.公开了一种基于视觉传感器安装在移动车辆上的交通标志识别系统。该系统可以检测和识别多达100种重要的道理交

通标志,在基于支持向量机的轮廓图像识别系统中,采用限制霍夫变换作为轮廓图像提取信息的检测方法,在真实驾驶条件下,平均检测率在95%以上,平均识别率在93%左右,平均运行时间为35ms。现在新一代的路标采用电子显示屏,能够动态地展示内容,文献[1]公开的解决方案也能够应用电子显示的路标上。但是,无论新一代的电子显示屏路标,还是旧路标仍然对自动驾驶车辆的视觉识别系统的摄像机不友好。现有的摄像机大多采用广角、动态范围低的摄像头,这种摄像机只能识别附近体积较大的目标,并对整个视图平均曝光,导致距离较远的路标在摄像机的视图里体积小、失焦、在夜晚或者低亮度条件下过曝,因此后续的AI智能图像识别很难提取路标上的交通信息。当路标距离车辆较近时,自动驾驶的视觉系统可能会识别路标并获得有用信息,但是由于距离较近,高速行驶的车辆可能会失去反应时间。

[0005] 可见光通信技术(Visible Light Communication,VLC)是一种兼具照明和通信的技术,其核心是将高速数据调制在LED发出的可见光上。由于调制频率极高,不会对照明产生影响。接收端采用光电检测器(PIN)或图像检测器接收VLC信号后,经解调即可还原出信息。与传统的射频频段的短距无线通信相比,可见光通信技术最大的优点包括无需频谱资源分配,同时由于其工作频段极高,可以获得很高的信号传输速率(可达Gb/s数量级或者更高)。学术界和工业界普遍认为其将是未来短距离接入网络环境中最有效的解决方案之一。将可见光通信技术引入智能交通系统应用场景,可以有效地解决车-基础设施(Infrastructure-to-vehicle communications)、车-车(Vehicle-to-Vehicle)的通信难题,实现车辆运动位置/轨迹确定、道路交通预警、车辆变道/碰撞避免等功能。例如,公开号为CN107909853A的中国专利文献公开了一种支持双边定位的可见光通信(VLC)智能交通系统,包括车辆侧可见光收发模块和路灯侧可见光收发模块;车辆侧可见光收发模块与路灯侧可见光收发模块间完成双向通信,即路灯侧可见光收发模块可以发送可见光信号至车辆侧接收,车辆侧可见光收发模块可以发送可见光信号至路灯侧接收;可见光收发模块包括:可见光通信收发天线(透镜组)组件、信号调制组件、信号解调组件、伺服跟踪组件;输入信号组件将输入的信号进行必要的格式转换后发送至调制模块,调制模块将输入的信号调制至激光器组件产生可见光信号,在经由透镜组组件进行汇聚对焦后发送至自由空间信道;接收侧透镜组组件接收到可见光信号后,由检测器将其还原为电信号,并由解调/放大组件进行信号解调和放大,最后经由输出信号组件输出。该专利公开的智能交通系统,使用激光组件,即通用的LED发出可见光,然而通用LED的发光角度范围和光电转换器件对光敏感的角度范围都是有限的,因此要求两个收发设备都需要完全对准才能实现双向通信,即必须采用收发透镜组来收发可见光,这不利于通信设备的移动性和一对多通信的可扩展性。

[0006] 文献[2]Jiangtao Li,Angli Liu,Guobin Shen,Liqun Li,Chao Sun,and Feng Zhao.Retro-vlc:Enabling battery-free duplex visible light communication for mobile and iot applications.In ACM HotMobile,2015.以及文献[3]Xieyang Xu,Yang Shen,Junrui Yang,Chenren Xu,Guobin Shen,Guo jun Chen,and Yunzhe Ni.Passivevlc:Enabling practical visible light backscatter communication for battery-free iot applications.In ACM MobiCom,2017.公开了一种反向可见光通信系统(Visible Light Backscatter Communication,VLBC),利用反射织物将反射光指向请求通信的车载读写器,并切换LCD光闸的开/关状态,通过开/关键控(OOK)的调制方式调节反

射光。VLBC系统由高功率读写器和低功率的附属装置组成。它的工作原理如下：读写器中的LED以很高的频率打开和关闭，将LED发出的光转变为信息的载体，即将数据信息通过打开和关闭的方式调制到载波（光）上。光信号被设置在基础设施上的光标签的光传感器接收并解码。对于上行链路（光标签到车载读写器的通信链路），通过反射同一载波来进行传输。光标签将反射光通过OOK调制后发送至车载读写器，这种调制方式是通过反射织物上的一个由单片机控制的LCD来实现的。LCD具有三层夹芯结构，即LCD的液晶材料填充在两个偏振器件之间，其中改变液晶材料两端的电压，即改变液晶材料的充放电状态能够改变通过液晶材料的光的偏振状态，而且只有与偏振器件的偏振方向相同的光才能通过偏振器件，因此通过改变液晶材料的电压就能够实现光路的通或断，进而时间OOK调制。然后，在车载读写器上的光电二极管接收反射光，并进一步解调和解码。

[0007] 例如，公开号为CN106529645A的中国专利文献公开了一种基于可见光通信的自动识别无源标签及其通信系统，无源标签包括由光电池相连的标签芯片，以及与标签芯片输出相连用于发射光信号的LCD液晶屏。通信系统包括用于接收读写器所发出的光，并将本身信息反射给读写器的自动识别无源标签，读写器中用于向自动识别无源标签发光的发光部件为发光二极管，读写器中用于接收自动识别无源标签所反射的光信号的接收部分为光电探测器。该发明可以双向可见光通信，且具有存储功能。可利用可见光通信光资源为电子标签提供能量，以实现无源工作，同时还具有光通信无电磁辐射的优点。该发明的无源标签寿命长，免更换电池，具有可存储、可修改数据、可重复使用、保密性强的功能，可以成为纸质标签的升级产品。

[0008] 文献[2]、文献[3]以及公开号为CN106529645A的中国专利文献证明了VLBC技术在短距离（10m内）内应用于车辆与基础设施工作的可行性，解决了通信设备的移动性、可扩展性以及对于摄像机不友好的问题，并且成本低（无源工作）、能够阶段性部署。但是，现有的基于VLBC的基础设施到车辆的通信系统还存在以下两个问题：1、可见光通信的闪烁问题，读写器向光标签发射光信号，而设置在道路两侧基础设施上的光标签采用OOK的调制方式，因此光标签处于不断闪烁的状态。闪烁的光线会引发一系列问题，例如头痛、视力障碍，或者在极端情况下导致癫痫发作，即使闪烁是轻微的，例如在100Hz~150Hz，驾驶人员可能不会有意识地注视光的闪烁，但是大脑仍会不由自主地检测和反应，影响驾驶人员的注意力，而且在驾驶人员驾驶车辆时，需要时刻注意道路交通情况，更需要时刻注意道路两侧交通标志，因此驾驶人员更容易被交通标志上光标签上的闪烁光分散注意力，导致交通意外事故发生；2、通信距离较短的问题，对于车-基础设施通信系统来说，较长的通信距离能够为驾驶员提供足够的反应时间和空间距离来对车辆进行操控，但随着通信距离的增加，通信信号的功率呈指数衰减，并且从路标返回的通信路径会受到相对较强的干扰，例如来自其他路标的反射光信号、来自相反方向的环境光干扰以及地面的其他动态多径反射干扰，而且大功率LED驱动电路也会给车载读写器的接收电路增加电子噪声，以上干扰因素导致通信系统的信噪比较低，无法实现长距离的通信。事实上，根据IEEE 802.17.5标准，VLC通信的调制方式包括：开/关键控（OOK）、变脉冲位置调制（VPPM）、色移键控（SCK），其中，变脉冲位置调制（VPPM）以及色移键控（SCK）相对开/关键控（OOK）需要较高的能耗以及额外的部署成本，因此开/关键控（OOK）调制技术具有低能耗、低成本的固有特性，天然适用于车联网通信系统。然而，采用开/关键控（OOK）调制需要光标签控制光的明暗变化来调制光载波，导致闪

烁是无法避免的。不同的光源,例如LED、LCD、白炽灯、卤素灯等,由于其驱动器或者电感镇流器等响应速度的不同,会破坏光源光功率谱的平衡,导致光源本身就具有不同程度的闪烁,而采用高速开/关键控(OOK)调制,更会加剧这种闪烁。只有当调制频率超过人眼可识别的范围时,才能够避免闪烁。IEEE PAR1789标准给出了人眼可视光闪烁的定义:光亮快速周期性的变化,以至于人眼可以识别。为了避免频闪,光强度变化时间不超过最大闪烁时间(5ms)。根据文献[4]Anran Wang,Zhuoran Li,Chunyi Peng,Guobin Shen,Gan Fang,and Bing Zeng.Inframe++:Achieve simultaneous screen-human viewing and hidden screen-camera communication.In ACM MobiSys,2015.公开的实验数据,当光明暗变化的频率超过125Hz时,人眼才无法识别。

[0009] 一方面,可以采用调制速率超过125Hz的OOK调制方式来实现无闪烁的可见光通信,然而较高的调制速度意味着需要更高成本的光源驱动器,以及能够与该驱动器响应速度相匹配的LCD,即更高成本的发光装置,同时也意味着更高的功耗,更复杂的供电系统,这与低功耗、无源以及低成本的设计理念相矛盾。事实上,LCD由于其液晶材料的本身固有特性,其充电时间为1ms左右,而放电时间长达4ms,很难满足调制速率超过125Hz的要求;而且,对于采用VLBC技术的车辆与基础设施通信的系统,需要全市,甚至在全国范围内在道路两侧的基础设施上安装光标签,这一数量可能是在数亿量级以上,即使每个光标签成本增加一元,总的系统的成本可能需要增加数亿元。此外,如果想要增加通信距离,开/关键控(OOK)需要在低频下工作。另一方面,根据文献[5]洪文昕,禹忠,韦玮,等.短距离可见光通信技术进展与IEEE802.15.7[J].光通信技术,2013,37(7):8-11.公开了一种基于VLC通信的闪烁去除的方法,闪烁去除分为帧内闪烁去除和帧间闪烁去除。帧内闪烁去除通过调整光补偿时隙来位置平均光输出功率;帧间闪烁去除是结合各调制方式与信道编码,确保帧与帧之间传送时光功率的恒定性。亮度调节是VLC支持用户可自行调整光亮度级别的功能。亮度调节分为OOK调节、VPPM调节以及CSK调节。OOK调节是在恒定范围内,插入补偿时隙,维持一定的光功率输出,并通过改变补偿时隙周期,维持一定的光功率输出,并通过改变补偿周期,改变平均亮度级别。VPPM则是改变脉冲位置或宽度来维持无闪烁照明,它提供了恒定的数据速率。该方式通过改变数据时隙亮度级A与补偿时隙亮度级B在一个码元周期内的占空比,来调节输出的平均亮度级($N\% = AB$)。CSK根据“可见光波长带宽计划”在7段光带中选择3段组合,获得白光输出,通过选择颜色的ID标签组合,达到亮度调节的目的。以上技术方案的原理是通过保证发送数据时和不发送数据(空闲)时的光功率相同,即在空闲时插入垃圾数据的方法,保证整个LED光功率的平衡,该种方法的本质是在空闲时填充数据包,变相的提高数据包的发送频率,即提高OOK的调制速率,使得LCD以高频率的方式打开/关闭光通路,这同样与低功耗、无源以及低成本的设计理念相矛盾。综上,在车辆网通信系统中,尤其是在上行链路,即光标签到读写器的通信链路中,需要采用低频、无闪烁的开/关键控(OOK)调制来实现可见光的通信,以便能够以更低的成本来构建和维护车联网通信系统。

[0010] 此外,一方面由于对本领域技术人员的理解存在差异;另一方面由于发明人做出本发明时研究了大量文献和专利,但篇幅所限并未详细罗列所有的细节与内容,然而这绝非本发明不具备这些现有技术的特征,相反本发明已经具备现有技术的所有特征,而且申请人保留在背景技术中增加相关现有技术之权利。

发明内容

[0011] 针对现有用于车辆与基础设施通信的可见光通信技术因需要低成本、低能耗甚至无源的设计需求导致的闪烁和通信距离较短的问题,本发明通过对光标签和读写装置进行改造,将光标签发生光信号一侧的偏振器件设置在读写装置上,使得光标签反射的光信号是偏振方向变化但强度不变的光,而读写装置通过在其光学传感器之前设置偏振器件来接收光信号,由于只有与偏振器件的偏振方向相同的光信号才能够通过偏振器件,因此读写装置能够感知光信号的开/关,从而本发明将开/关键控(OOK)调制导致的光路的通或断后设置在读写装置上,使得读写装置与光标签之间的光信号始终为强度不变的偏振光,而人眼无法感知偏振光方向的变化,因此强度不变的偏振不会产生闪烁,能够在简单的开/关键控(OOK)调制技术下实现低调制频率的可见光信号的无闪烁传输,避免驾驶人员因可见光的闪烁而头晕或头痛造成交通意外事故。此外,进一步地对读写装置的偏振器件进行改造,使得读写装置能够接收偏振方向差分的光信号,通过差分处理光信号能够消除干扰并成倍地增加接收光信号的能量,从而显著地增加系统的信噪比,提高通信距离。

[0012] 一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统,车辆上的读写装置能够与设置在基础设施上的被动通信的光标签建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在所述车辆与基础设施之间进行交互。所述光标签设有仅在进光时起偏的至少一个偏振器件。所述后置偏振是指所述光标签的光信号开或关的状态是后置在所述读写装置上发生的,从而所述读写装置与光标签之间的光信号是以在时间上和/或空间上连续的方式传输的。通过该设置方式,光标签发送的光信号是偏振方向连续变化或离散变化,由于人眼无法感知光的偏振方向,因此强度不变的光不会产生闪烁。所述读写装置能够通过偏振器件感知调制后的所述光信号的明暗变化完成开/关调制或利用光的幅度进行调制的相关调制技术,从而在所述光标签与所述读写装置之间实现无闪烁的可见光通信。

[0013] 根据一个优选实施方式,所述光标签包括至少一个LCD以及与所述LCD连接的反光装置。所述LCD仅在其液晶材料与所述反光装置之间设置至少一个偏振器件,使得所述读写装置发射的光信号在被所述反光装置反射之前通过所述偏振器件起偏,而在被所述反光装置反射且经过所述液晶材料调制后不起偏,从而所述反射光至少在时间上和/或空间上连续的方式传输至所述读写装置。

[0014] 根据一个优选实施方式,所述读写装置至少包括至少一个第一光学传感器。在所述第一光学传感器的进光路径设置有能够对光起偏的偏振器件,使得所述光标签反射的经过所述液晶材料调制的至少在时间上和/或空间上连续的光信号转换为开或关的频率与所述液晶材料的调制频率一致且在时间上和/或空间上离散的光信号,从而所述第一光学传感器接收的是符合开/关调制的开或关状态连续变化的光信号。

[0015] 根据一个优选实施方式,所述偏振器件包括设置在所述第一光学传感器的进光路径上的至少一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件以及第二偏振器件,使得所述读写装置能够接收到至少一对偏振差分光信号,从而至少一对所述偏振差分光信号经差分处理之后能够抵消系统噪声和成倍地增加光强以提高系统的信噪比。所述一对偏振差分光信号为一对有效光强相同且方位角之和始终保持不变的光信号。所述方位角为光标签反射的至少在时间上和/或空间上连续的光信号的偏振方向与所述第一偏振器件/第二偏振器件的偏振方向之间的夹角。通过该设置方式,至少一对第一光学传感器来接收光信号,成倍地增加了

光信号接收的面积,因此成倍地增加可接收光信号的能量;其次,一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件以及第二偏振器件使得接收的光信号至少为一对差分光信号,即彼此振幅相同,方位角相加为恒定值。由于一对差分光信号其噪声相同,因此通过将两个信号差分处理能够消除共模噪声、电子噪声、自干扰、环境光、其他车辆车载装置发出的光束以及地面动态多径反射光等,从而显著地增加了系统的信噪比,提供了读写装置与光标签之间的通信距离,能够为驾驶员提供足够的反应时间和空间来对车辆进行操控。

[0016] 根据一个优选实施方式,所述读写装置设置有用于解调和差分处理所述一对偏振差分光信号的第一解调器。所述第一解调器将所述一对偏振差分光信号混频以抵消共有的系统噪声,并且所述一对偏振差分光信号的方位角之和始终保持不变,使得混频后的一对偏振差分光信号生成有效光强两倍于单个偏振差分光信号的混合光信号。

[0017] 根据一个优选实施方式,所述读写装置设置有用于产生承载所述读写装置向所述光标签发射信息的本地振荡载波的振荡器。所述混合光信号通过分别与所述振荡器生成的第一载波以及与所述载波频谱奇对称的第二载波关联,使得所述第一解调器通过所述振荡器实现同步避免相位信息丢失导致解调后的基带信号失真。

[0018] 一种用于车联网通信的光标签,采用上述优选实施方式的光标签。所述光标签设置在基础设施和/或交通工具上,用于接收、发射并调制其他交通工具和/或基础设施上的读写装置发出的光信号,从而在所述光标签与读写装置之间建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,实现车与车之间、车与基础设施之间的交互。所述光标签还包括用于接收光信号的第二光学传感器以及与所述第二光学传感器连接的可编程的第一控制器。所述第一控制器基于所述第二光学传感器接收的光信号内的基带信息和/或所述光标签本身携带的信息进行编辑,从而驱动与反光装置连接的LCD的偏振状态实现控制逻辑,使得所述光标签能够动态调制光信号。通过该设置方式,不仅能够实现光标签的无闪烁调制光信号,还能够通过可编程的第一控制器实现光标签的控制逻辑,从而在光标签至读写装置之间的上行链路实现动态调制光信号。

[0019] 根据一个优选实施方式,在所述第二光学传感器与所述第一控制器之间还设置有第一调谐放大器、第二解调器以及比较器。所述第一调谐放大器与所述第二光学传感器连接以放大接收到的光信号。所述第二解调器与所述第一调谐放大器连接以解调所述光信号获取基带信号。所述比较器分别与所述第二解调器和所述第一控制器连接,从将基带信号转换为数字信号传输至所述第一控制器。

[0020] 一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信方法,车辆上的读写装置能够与设置在基础设施上的被动通信的光标签建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在所述车辆与基础设施之间进行交互。所述方法至少包括:

[0021] 所述光标签驱动与反光装置连接的LCD的偏振状态实现控制逻辑,使得光信号保持其在时间上和/或空间上连续的方式传输至所述读写装置的偏振器件,从而发生在所述光标签上的光信号开/关的状态后置在所述读写装置上发生,使得所述读写装置通过光信号开/关状态的连续变化获取所述光标签所发送的信息。

[0022] 根据一个优选实施方式,所述方法还包括:

[0023] 所述读写装置通过一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件以及第二偏振器件接收所述光信号,使得所述读写装置能够得到一对偏振差分的光信号,并通过差分处理以成

倍地提高接收光信号的能量和减少噪声的方式增加信噪比从而增加所述读写装置与所述光标签之间至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路的距离。

附图说明

- [0024] 图1是本发明的系统的一个优选实施方式示意图；
 [0025] 图2是本发明的系统的一个优选实施方式的电路连接示意图；
 [0026] 图3是本发明的系统的一个优选实施方式的LCD和第一光学传感器的结构示意图；
 和
 [0027] 图4是本发明的系统的一个同步解调电路示意图。

附图标记列表

- | | | |
|--------|-----------------|---------------|
| [0029] | 1: 车辆 | 2: 读写装置 |
| [0030] | 3: 光标签 | 4: 基础设施 |
| [0031] | 21: 发光装置 | 22: 振荡器 |
| [0032] | 23: 第二控制器 | 24: 第一解调器 |
| [0033] | 25: 第一光学传感器 | 26: 偏振器件 |
| [0034] | 27: 调制型放大器 | 28: 功率放大器 |
| [0035] | 29: 前置放大器 | 31: LCD |
| [0036] | 32: 驱动器 | 33: 第一控制器 |
| [0037] | 34: 第二光学传感器 | 35: 比较器 |
| [0038] | 36: 第二解调器 | 37: 第一调谐放大器 |
| [0039] | 231: 模数转换器 | 232: 代码辅助解调器 |
| [0040] | 233: 增益控制器 | 234: 编码和传输逻辑器 |
| [0041] | 291: 可编程增益差分放大器 | 292: 第二调谐放大器 |
| [0042] | 261: 第一偏振器件 | 262: 第二偏振器件 |
| [0043] | 241: 混频器 | 242: 滤波器 |
| [0044] | 311: 液晶材料 | 312: 板体 |
| [0045] | 315: 反光装置 | 331: 解码器 |
| [0046] | 332: 电源管理 | 333: 传输和编码逻辑器 |

具体实施方式

[0047] 下面结合附图1至4进行详细说明。

[0048] 实施例1

[0049] 本实施例公开一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统。如图1所示, 车辆1上的读写装置2能够与设置在基础设施4上的被动通信的光标签3建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路, 用于在车辆1与基础设施4之间进行交互。优选地, 基础设施4可以是道路交通标志、道路两侧的灯杆、临时停放的交通标志、限高杆以及桥梁等等。优选地, 由于光信号无法绕开遮挡物, 因此具有高度的空间定向特性, 从而时间及空间内稳定连续的光通信链路是指在一定的时间范围内该光通信链路不会因为空间中的遮挡物的遮挡而被阻断, 使得读写装置2发送的光信号能够稳定地发送至光标签3, 并且光标签3反射并

调制的光信号也能够稳定地发送至读写装置2。优选地,本实施例采用VLBC技术构建通信网络,即读写装置2主动向光标3发射光信号,光标3被动调制该光信号,并反射回读写装置2。通过该设置方式,使得读写装置2与光标3之间的通信具有高度的空间定向特性以及非主动式通信的特性,因此能够减少车辆与基础设施之间的干扰。

[0050] 优选地,光标3设有仅在进光时起偏的至少一个偏振器件26。优选地,偏振器件26可以是偏振滤光片、偏振滤光镜等。通过该设置方式,使得光标3接收的光信号是偏振光信号,便于后续光标3利用LCD31调制光信号的偏振状态。优选地,后置偏振是指光标3的光信号开或关的状态是后置在读写装置2上发生的,从而读写装置2与光标3之间的光信号是在时间上和/或空间上连续的方式传输的。优选地,读写装置2可以通过偏振器件26或其他能够感知偏振变化的装置来实现光信号的开/关或明暗变化。优选地,现有技术基本采用OOK调制或者其他振幅相关的调制方式,使得光标3调制后的光信号处于明暗交替变化的状态,从而出现光闪烁的问题。光闪烁问题是指由于人类视觉对运动的物体以及闪烁的物体非常敏感,闪烁的光标3很可能会分散驾驶员的注意力,并且还会导致驾驶人员头晕和头痛。事实上,一方面可以采用其他不会引起闪烁的调制技术,但这些调制技术不仅功耗较大并且成本较高。另一方面,可以通过提高开/关键控(OOK)的调制频率使得人眼无法感知光的闪烁,但是这种方法需要提高驱动器的响应速度,因此需要高昂的代价来构建和维护VLBC系统,不符合车联网低功耗、低成本以及大规模部署的设计理念。本发明通过后置偏振,使得光标3采用OOK调制或者其他振幅相关的调制方式导致的光的明暗交替变化后置在读写装置2上发生,而光标3只需要通过LCD31调制光信号的偏振方向即可将信息调制到光信号即可,因此光标3传输至读写装置2的光信号是在时间和/或空间上连续的。在时间和/或空间上连续指的是光标3反射的光信号的强度或幅度没有被调制,即不产生规律、连续的变化,因此光信号在一定的时间范围内,其空间上的幅度或光强度随时间连续变化,而且其变化幅度较小,可近似为不变。通过该设置方式,由于人眼无法感知光的偏振方向,因此强度不变的光不会产生闪烁,实现读写装置2与光标3之间的无闪烁可见光通信。

[0051] 根据一个优选实施方式,光标3包括至少一个LCD31以及与LCD31连接的反光装置315。优选地,LCD31的工作原理是在两个偏振器件26之间填充液晶材料311,液晶材料311通过排线和LCD31的驱动器32连接。LCD31的驱动器32的电压能够改变液晶材料311内部分子的排列状况,导致经过液晶材料311的光的偏振状态改变,而只有与偏振器件26的偏振方向相同的光才能完全通过,因此光标3可以利用LCD31的驱动器32控制光信号的偏振来实现开/关键控(OOK)调制,或者改变光信号的偏振方向使其部分通过偏振器件26,从而改变光信号的光强或其幅度实现幅度相关的调制。优选地,由于LCD31的液晶材料311能够改变光的偏振状态从而较为容易的实现光路的通或断,而且也较为容易通过偏振器件26改变光信号幅度,从而实现光信号的幅度变化,即光信号的明暗变化。而且LCD31的成本和功耗较低,因此LCD31天然适用于VLBC技术构建的车联网通信系统。

[0052] 优选地,LCD31仅在其液晶材料311与反光装置315之间设置至少一个偏振器件26,使得读写装置2发射的光信号在被反光装置315反射之前通过偏振器件26起偏,而在被反光装置315反射且经过液晶材料311调制后不起偏,从而反射光至少在时间上和/或空间上连续的方式传输至读写装置2。优选地,如图3所示,LCD31至少包括两个板体312、液晶材料311

以及反光装置315。液晶材料311填充在两个板体312间。反光装置315设置在其中一个板体312上。在板体312和反光装置315之间设置至少一个偏振器件26。至少一个可以是一个、两个、三个或者更多个。偏振器件26可以是偏振滤光片、偏振滤光镜等。通过该设置方式,使得读写装置2发射的光信号在被反光装置315反射之前通过偏振器件26起偏。而在被反光装置315反射且经过液晶材料311调制后不发生偏振,从而光标签2调制并反射出的反射光至少在时间上和/或空间上连续的方式传输至读写装置2。此外,采用反光装置315,例如反光织物、反光棱镜、反光膜、反光布等进行光的反射,使得光的出射方向与光的入射角无关,能够保证宽角度双向通信,因此不需要将光标签3垂直于入射方向也可以进行通信。此外,宽角度的双向通信也具有可见光通信的高度空间定向特性,能够减少读取装置2与光标签3通信之间的干扰,例如采用RFID以及双基地逆反射技术,其全方向的逆反射会引入较大的干扰范围。在实际应用中,可能会将信号反射至道路的另一侧,如此大范围的反射,可能会使得其他的读写装置2接收到该反射信号,可能导致该读写装置2因同时接收到不同的反射信号而无法正确解码,从而无法正确地接收信号完成交互,导致无法正常通信。

[0053] 优选地,读写装置2至少包括至少一个第一光学传感器25。第一光学传感器25可以是光电探测器,能够将光信号转换成电信号。在第一光学传感器25的进光路径设置有能够对光起偏的偏振器件26。通过该设置方式,使得光标签3反射的经过液晶材料11调制的至少在时间上和/或空间上连续的光信号转换为明暗交替变化的光信号。该光信号开或关的频率与液晶材料11的调制频率一致。而且,该光信号在时间上和/或空间上离散,即该光信号在的空间幅度随时间离散变。因此,第一光学传感器25接收的是符合开/关调制的开或关状态连续变化的光信号,或者第一光学传感器25接收的符合幅度调制的光信号或者是光的强度随时间变化的光信号。通过以上设置方式,只需要简单的对读写装置2进行改造,就能接收到光标签3的信号,从而立即实现通信,本实施例提供的读写装置2和光标签3能够改造成成本小、部署简单以及能够分阶段部署,即使在未完全部署的情况下,也能够立即实现通信,不仅使得改造成本低廉,而且能够立即形成有益效益。

[0054] 优选地,读写装置2至少包括依次电连接的至少一个发光装置21、振荡器22、第二控制器23、第一解调器24以及至少一个第一光学传感器25。优选地,读写装置2还包括调制型放大器27、功率放大器28、前置放大器29、可编程增益差分放大器291以及第二调谐放大器292,如图2所示。优选地,读写装置2的工作原理如下:首先,信息位由第二控制器23内的编码和传输逻辑器234编码(时钟周期)为编码信号,而载波则由振荡器22生成,然后编码信号由调制型放大器27调制将编码信号调制到载波上,并传输至功率放大器28以驱动发光装置21,从而使得可见光作为介质的传输信号。优选地,第一光学传感器25可以是光电探测器。第一光学传感器25捕获从光标签3反射的光信号,然后通过前置放大器29放大。放大后的信号通过一对导线传输至可编程增益差分放大器291,通过可编程增益差分放大器291可以抑制长导线产生的噪声。经过可编程增益差分放大器291放大后的信号通过第二调谐放大器292以及第一解调器24,能够进一步地从载波中解调出基带信号,然后传输至第二控制器23。优选地,第二控制器23内至少包括模数转换器231、代码辅助解调器232以及增益控制器233对基带信号进行译码和辅助解调。优选地,在发光装置21为LED的情况下可以采用功率MOSFET SI2304来驱动发光装置21。优选地,功率MOSFET SI2304通过方波信号 f_u 以及 f_d 控制。优选地,方波信号 f_u 以及 f_d 通过振荡器22生成。振荡器22至少包括时钟发生器以及单刀

双掷开关。方波 f_u 通过时钟发生器SI5351生成。 f_d 通过单刀双掷开关SN74LVC1G3157生成。优选地,读写装置2可以通过发光装置21发射光信号。发光装置21可以设置在读写装置2上的LED灯。优选地,发光装置1也可以是移动物体的前照灯。

[0055] 根据一个优选实施方式,偏振器件26包括设置在第一光学传感器25的进光路径上的至少一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第二偏振器件262,使得读写装置2能够接收到至少一对偏振差分光信号,从而至少一对偏振差分光信号经差分处理之后能够抵消系统噪声和成倍地增加光强以提高系统的信噪比。一对偏振差分光信号为一对有效光强相同且方位角之和始终保持不变的光信号。方位角为光标签3反射的至少在时间上和/或空间上连续的光信号的偏振方向与第一偏振器件261/第二偏振器件262的偏振方向之间的夹角。通过该设置方式,至少一对第一光学传感器来接收光信号,成倍地增加了光信号接收的面积,从而成倍地增加可接收光信号的能量,其次,一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件以及第二偏振器件使得接收的光信号至少为一对差分光信号,即彼此振幅相同,方位角相加为 90° 。由于一对差分光信号其噪声相同,因此通过将两个信号差分处理能够消除共模噪声、电子噪声、自干扰、环境光、其他车辆车载装置发出的光束以及地面动态多径反射光等,从而显著地增加了系统的信噪比,提供了读写装置与光标签之间的通信距离,能够为驾驶员提供足够的反应时间和空间来对车辆进行操控。

[0056] 根据一个优选实施方式,读写装置2设置有用于解调和差分处理一对偏振差分光信号的第一解调器24。第一解调器24将一对偏振差分光信号混频以抵消共有的系统噪声,并且一对偏振差分光信号的方位角之和始终保持不变,使得混频后的一对偏振差分光信号生成有效光强两倍于单个偏振差分光信号的混合光信号。

[0057] 根据一个优选实施方式,读写装置2设置有用于产生承载读写装置2向光标签3发射信息的本地振荡载波的振荡器22。混合光信号通过分别与振荡器22生成的第一载波以及与载波频谱奇对称的第二载波关联,使得第一解调器24通过振荡器22实现同步避免相位信息丢失导致解调后的基带信号失真。

[0058] 实施例2

[0059] 本实施例公开了一种用于车联网通信光标签,采用实施例1的光标签。优选地,光标签设置在基础设施4和/或交通工具上,用于接收、发射并调制其他交通工具和/或基础设施4上的读写装置2发出的光信号。从而在光标签与读写装置2之间建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,实现车与车之间、车与基础设施4之间的交互。光标签还包括用于接收光信号的第二光学传感器34以及与第二光学传感器34连接的可编程的第一控制器33。第一控制器33基于第二光学传感器34接收的光信号内的基带信息和/或光标签本身携带的信息进行编辑,从而驱动与反光装置315连接的LCD31的偏振状态实现控制逻辑,使得光标签能够动态调制光信号。通过以上设置方式,使用可编程的第一控制器33使得光标签对反射光实施控制逻辑,实现光标签的可编辑功能。优选地,可编辑的光标签能够对传输的光信号进行编辑,实现身份识别验证、安全验证等功能,从而在利用光的高度空间定向特性以及被动式特性减少干扰的基础上,显著提高了光标签与读写装置2之间通信的安全性。

[0060] 根据一个优选实施方式,在第二光学传感器34与第一控制器33之间还设置有第一调谐放大器37、第二解调器36以及比较器35。第一调谐放大器37与第二光学传感器34连接

以放大接收到的光信号。第二解调器36与第一调谐放大器37连接以解调光信号获取基带信号。比较器35分别与第二解调器36和第一控制器35连接,从将基带信号转换为数字信号传输至第一控制器35。优选地,光标签3至少包括依次电连接的至少一个LCD31、驱动器32、第一控制器33以及第二光学传感器34。优选地,光标签3还包括比较器35、第二解调器36以及第一调谐放大器37。优选地,驱动器32可以采用型号为RA8875的驱动芯片。优选地,第一控制器33至少包括解码器331、电源管理器332以及传输和编码逻辑器333。第一控制器33可以选择型号为MSP430G2403的微程序控制芯片,该芯片包括解码器331、电源管理器332以及传输和编码逻辑器333。第二光学传感器34可以是光电检测器。优选地,比较器35、第二解调器36、第一调谐放大器37以及光学传感器34之间的连接关系以及构成的电路图,如图2所示。优选地,光标签3的工作原理是通过光学传感器34接收光信号,并将光信号转换成电信号。电信号通过第一调谐放大器37进行放大和带通滤波。第二解调器36从放大和滤波后的载波中恢复出基带信号。在基带信号进入第一控制器33之前,通过比较器35将基带信号数字化。第一控制器33可以配合miller码并驱动LCD31中液晶的电压来改变光路的通或断,从而对反射的光信号进行调制。反射的光信号指的是读写器2发射的光信号经过反光装置315反射后的光信号。优选地,驱动器32、第一控制器33、比较器35、第二解调器36、第一调谐放大器37以及光学传感器34可以集成在PCB板上。优选地,PCB板可以按照可拆卸的方式安装在反光装置15上。优选地,可拆卸的方式可以是螺纹连接、卡合连接或者粘贴连接。

[0061] 优选地,第二光学传感器34可以是太阳能电池。太阳能电池与第一调谐放大器37连接。第一控制器33与太阳能电池连接。优选地,第一控制器33可以采用型号为MSP430G2403的微程序控制芯片,该芯片内置电源管理功能,因此第一控制器33与太阳能电池连接能够实现对太阳能电池的电量进行管理。优选地,太阳能电池通过电容与调谐放大器37相连,由于电容具有去直通交的特性,因此能够把光信号转化为电信号。优选地,第一控制器33通过电源管理电路与太阳能电池相连。电源管理电路采用COMS工艺,能够将太阳能电池输入的不稳定电源电压转化成稳定的电源电压。通过该设置方式,太阳能电池能够接收读写装置2发射的光信号和周围环境光来存储电能为光标签供电。

[0062] 实施例3

[0063] 本实施例公开了一种通信系统,可以是一种车辆与基础设施间的通信系统,也可以是一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统,该系统可以由本发明的系统和/或其他可替代的零部件实现。比如,通过使用本发明的系统中的各个零部件实现本实施例公开的系统。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0064] 优选地,由于LCD31的液晶材料311能够改变光的偏振状态从而较为容易的实现光路的通或断,并且LCD31的成本和功耗较低,因此LCD31天然适用于VLBC技术构建的车联网通信系统。LCD31的工作原理是在两个偏振器件26之间填充液晶材料311,液晶材料311通过排线和LCD31的驱动器32连接。LCD31的驱动器32的电压能够改变液晶材料311内部分子的排列状况,导致经过液晶材料311的光的偏振状态改变,而只有与偏振器件26的偏振方向相同的光才能通过,因此光标签3可以利用LCD31的驱动器32控制光路的通断来实现开/关键控(OOK)调制。然而,在VLBC系统中使用开/关键控(OOK)调制光信号会出现光闪烁的问题。由于人类视觉对运动的物体以及闪烁的物体非常敏感,闪烁的光标签3很可能会分散驾驶

员的注意力,并且还会导致驾驶人员头晕和头痛。事实上,一方面VLBC可以采用其他不会引起闪烁的调制技术,但这些调制技术不仅功耗较大并且成本较高。另一方面,可以通过提高开/关键控(OOK)的调制频率使得人眼无法感知光的闪烁,但是这种方法需要提高驱动器32的响应速度,因此需要高昂的代价来构建和维护VLBC系统,不符合车联网低功耗、低成本以及大规模部署的设计理念。因此,本实施例公开一种基于后置偏振的通信系统,通过将LCD31发射光一侧的偏振器件26后置,即将偏振器件26设置在读写装置2的第一光学传感器25之前,使得光信号的通过或阻断发生在读写装置2上,而在读写装置2和光标签3之间的通信链路传输的是偏振方向变化但强度不变的光信号。由于人眼无法感知光信号偏振方向的变化,因此能够在读写装置2和光标签3之间实现无闪烁通信。

[0065] 一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信系统,系统包括:至少一个设置在移动物体上的读写装置2以及至少一个光标签3,如图1所示。移动物体可以是汽车等交通工具。光标签3可以设置在基础设施4上。基础设施4可以是道路交通标志、道路两侧的灯杆、临时停放的交通标志等。优选地,光标签3至少包括依次电连接的至少一个LCD31、驱动器32、第一控制器33以及第二光学传感器34。优选地,光标签3还包括比较器35、第二解调器36以及第一调谐放大器37。优选地,驱动器32可以采用型号为RA8875的驱动芯片。优选地,第一控制器33至少包括解码器331、电源管理器332以及传输和编码逻辑器333。第一控制器33可以选择型号为MSP430G2403的微程序控制芯片,该芯片包括解码器331、电源管理器332以及传输和编码逻辑器333。第二光学传感器34可以是光电检测器。优选地,比较器35、第二解调器36、第一调谐放大器37以及光学传感器34之间的连接关系以及构成的电路图,如图2所示。优选地,光标签3的工作原理是通过光学传感器34接收光信号,并将光信号转换成电信号。电信号通过第一调谐放大器37进行放大和带通滤波。第二解调器36从放大和滤波后的载波中恢复出基带信号。在基带信号进入第一控制器33之前,通过比较器35将基带信号数字化。第一控制器33可以配合miller码并驱动LCD31中液晶的电压来改变光路的通或断,从而对反射的光信号进行调制。反射的光信号指的是读写器2发射的光信号经过反光装置315反射后的光信号。优选地,驱动器32、第一控制器33、比较器35、第二解调器36、第一调谐放大器37以及光学传感器34可以集成在PCB板上。优选地,PCB板可以按照可拆卸的方式安装在反光装置15上。优选地,可拆卸的方式可以是螺纹连接、卡合连接或者粘贴连接。

[0066] 优选地,LCD31至少包括两个板体312、液晶材料311以及反光装置315。如图3所示。在板体312和反光装置315之间设置至少一个偏振器件26。至少一个可以是一个、两个、三个或者更多个。偏振器件26可以是偏振滤光片、偏振滤光镜等。通过该设置方式,在第一控制器33通过第二光学传感器34接收到读写装置2发送的光信号后控制驱动器32以开/关调制的方式调制反光装置315反射的光信号的情况下,LCD31能够在无偏振器件26的一侧发出偏振方向随开/关调制改变但光强度不变的光信号,从而光标签3能够以偏振方向改变且强度不变的方式调制光信号,即能够在开/关调制下实现的无闪烁可见光传输。优选地,读写装置2可以通过发光装置21发射光信号。发光装置21可以设置在读写装置2上的LED灯。优选地,发光装置1也可以是移动物体的前照灯。

[0067] 根据一个优选实施方式,至少两个LCD31按照彼此可拆卸的方式以构成阵列。优选地,可拆卸的方式可以是螺纹、卡合以及粘贴。优选地,LCD31的尺寸为 0.8m^2 。优选地,至少两个LCD31彼此之间串联连接或并联连接。至少两个LCD31均与驱动器32电连接。通过该设

置方式,第一控制器33可以整体或分别调制至少两个LCD31构成的阵列。而且LCD31构成阵列后能够增光标签接收光信号的面积,而且可以将LCD31阵列构建成支持各种形状、大小的交通标志。

[0068] 优选地,读写装置2至少包括依次电连接的至少一个发光装置21、振荡器22、第二控制器23、第一解调器24以及至少一个第一光学传感器25。优选地,读写装置2还包括调制型放大器27、功率放大器28、前置放大器29、可编程增益差分放大器291以及第二调谐放大器292,如图2所示。优选地,读写装置2的工作原理如下:首先,信息位由第二控制器23内的编码和传输逻辑器234编码(时钟周期)为编码信号,而载波则由振荡器22生成,然后编码信号由调制型放大器27调制将编码信号调制到载波上,并传输至功率放大器28以驱动发光装置21,从而使得可见光作为介质的传输信号。优选地,第一光学传感器25可以是光电探测器。第一光学传感器25捕获从光标签3反射的光信号,然后通过前置放大器29放大。放大后的信号通过一对导线传输至可编程增益差分放大器291,通过可编程增益差分放大器291可以抑制长导线产生的噪声。经过可编程增益差分放大器291放大后的信号通过第二调谐放大器292以及第一解调器24,能够进一步地从载波中解调出基带信号,然后传输至第二控制器23。优选地,第二控制器23内至少包括模数转换器231、代码辅助解调器232以及增益控制器233对基带信号进行译码和辅助解调。优选地,在发光装置21为LED的情况下可以采用功率MOSFET SI2304来驱动发光装置21。优选地,功率MOSFET SI2304通过方波信号 f_u 以及 f_d 控制。优选地,方波信号 f_u 以及 f_d 通过振荡器22生成。振荡器22至少包括时钟发生器以及单刀双掷开关。方波 f_u 通过时钟发生器SI5351生成。 f_d 通过单刀双掷开关SN74LVC1G3157生成。

[0069] 优选地,在第一光学传感器25的光信号的进光侧设置有偏振器件26。通过该设置方式,读写装置2能够通过偏振器件26感知光标签3调制后的光信号的明暗变化,从而将原本在LCD31处发生的光路的通或断后置,从而在读写装置2处发生,因此使得读写装置2与光标签3之间的光信号为无闪烁的偏振光。

[0070] 实施例4

[0071] 本实施例是对实施例1至3的进一步改进,重复的内容不再赘述。

[0072] 优选地,对于车-基础设施、车辆-车辆等通信系统,较长的通信距离能够为驾驶员提供足够的反应时间和空间距离来对车辆进行操控。尽管本发明采用逆反射材料对读写装置2发射的光信号进行发射,可以在保证读写装置2和光标签之间宽角度双向通信,同时使得读写装置2接收光标签3反射调制的光信号按照距离的二次方衰减,相比射频的逆反射的四次方衰减,大大降低了信号的衰减速度但随着通信距离的增加,光信号呈指数衰减的功率很难通过简单地增加读取装置2的功率或者光标签3中LCD31的接收面积来增加通信距离。而且从路标返回的通信路径会受到相对较强的干扰,例如来自其他路标的反射光信号、来自相反方向的环境光干扰以及地面的其他动态多径反射干扰,而且大功率LED驱动电路也会给车载读写器的接收电路增加电子噪声,以上干扰因素导致通信系统的信噪比较低,无法实现长距离的通信。本实施例针对通信距离的问题,通过在读写装置2的第一光学传感器25前设置一对彼此偏振方向正交的偏振器件26以提供信噪比,进而提高通信距离。

[0073] 根据一个优选实施方式,偏振器件26至少包括一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第二偏振器件262。优选地,偏正方向正交,可以是第一偏振器件261与第二偏振器件262的偏振方向彼此垂直。第一偏振器件261以及第二偏振器件262分别设置在至少

一对第一光学传感器25的进光侧。优选地,当液晶材料311的状态从充电变为放电,输出光束的偏振方向也相应地发生变化,这使得光标签3能够通过改变施加在液晶材料311上的电压,将“1”和“0”调制到水平和垂直偏振方向的输出光信号上。优选地,“1”表示光路通过,“0”表示光被阻挡。通过该设置方式,这种二元偏振位移键控调制方案与差分光信号相结合,实现了基于偏振的差分接收系统。根据马吕斯定律,当偏振光直接入射到偏振器件26上时,通过偏振器件26的光强 I_{θ} 由入射光的有效光强 I_0 以及偏振光的偏振方向与偏振器件26的偏振方向之间的方位角 θ 决定,即 $I_{\theta}=I_0\cos^2(\theta)$ 。而且,整个系统噪声 $\sigma(t)$ 由相对较强的自干扰(即非预期反光器引起的反射)、环境光和反向的车辆光束以及其他的地面动态多径反射等组成,这些噪声不是偏振光,读写装置2通过其偏振器件26接收这些噪声后,这些噪声的强度将减半,因此一对第二光传感器25接收的信号为:

$$[0074] \quad I_{RX_1}(t) = I_{\theta_1}(t) + \sigma_1(t)/2$$

$$[0075] \quad I_{RX_2}(t) = I_{\theta_2}(t) + \sigma_2(t)/2$$

[0076] 优选地, $I_{\theta_1}(t)$ 和 $I_{\theta_2}(t)$ 为接收的反射光信号经过彼此偏振方向正交的第一偏振器件261和第二偏振器件262后的光强。优选地,对于差分光信号,第一偏振器件261和第二偏振器件262能够确保 $\theta_1+\theta_2=90^\circ$ 。当液晶材料311的状态由“0”到“1”, θ_1 从“0°”到“90°”, θ_2 由“90°”到“0°”。将两个接收信号作差后,得到:

$$[0077] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) = I_{\theta_1}(t) - I_{\theta_2}(t) + \sigma_1(t)/2 - \sigma_2(t)/2$$

[0078] 优选地,两个接收器的噪声相同,即 $\sigma_1(t) = \sigma_2(t)$ 。上式可以写为:

$$[0079] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) \approx I_0(2\cos^2\theta_1(t) - 1) = 2I_{\theta_1}(t) - x$$

[0080] 其中 x 为常数。通过以上设置,使得读写装置2能够接收一对偏振差分的光信号以成倍地提高接收光信号的能量和减少噪声,从而增加通信距离。

[0081] 根据一个优选实施方式,第一解调器24至少包括同步解调电路,如图4所示。一对差分光信号通过混频器241合成一路光信号。一路光信号通过滤波器242后采用读写装置2本地的振荡器22生成的载波 $\cos(2\pi f_u t)$ 来进行I/Q解调。令 $f(t)$ 表示为光标签3反射的光信号, d 为读写装置2与光标签3之间的距离,读写装置2接收的光信号为:

$$[0082] \quad \begin{aligned} & f\left(t - \frac{d}{c}\right) \cos\left(2\pi f_u \left(t - \frac{2d}{c}\right)\right) e^{-j2\pi f_u t} \\ & = \frac{1}{2} f\left(t - \frac{d}{c}\right) \left(e^{-4\pi j f_u \frac{d}{c}} + e^{-4\pi j f_u \left(t - \frac{d}{c}\right)} \right) \end{aligned}$$

[0083] 优选地, $e^{-2\pi j f_u t} = \cos(2\pi f_u t) - j\sin(2\pi f_u t)$,并计算上式可得到高频分量。优选地,尽管在车-基础设施的通信系统中,采用差分接收方法能够进一步的抑制噪声,提高通信系统的信噪比,但是偏振差分接收方法输出的信号是基于幅度调制的抑制载波双边带信号。在极端情况下,例如过度调制时,采用非同步解调方法,例如包络检测,会导致相位信息丢失,从而在接收信号解调为基带信号时,会使得信号失真。优选地,本实施例采用同步解调电路用于同步解调偏振差分光信号,从而避免因相位信息丢失,导致解调后的基带信号失真。通过以上设置方式,读写装置2得到高频分量 $e^{-4\pi j f_u t}$ 以及基带信号 $f\left(t - \frac{d}{c}\right) e^{-4\pi j f_u \frac{d}{c}}$ 。

d/c 表示光信号传输的单程时间, c 是光速。

[0084] 优选地,第一解调器24与振荡器22连接。通过该设置方式,读写装置2内的第二控制器23能够通过同步解调电路解调差分光信号,从而读写装置2能够获得高频分量 $e^{-4\pi jfu\frac{t_0}{2}}$ 以及与原始基带信号存在相位差的基带信号。 t_0 表示光信号传输的时间。优选地,由于光信号从读写装置2发出经由光标签3反射后传回至读写装置2,读写装置2和光标签3之间的距离会引起光信号传输的相位延迟,因此相位差为读写装置2与光标签3之间的距离带来的传输延迟。

[0085] 优选地,控制器23能够配置为至少通过已知的部分前导码中的数据包 $f\left(t - \frac{t_0}{2}\right)$ 以及高频分量 $e^{-4\pi jfu\frac{t_0}{2}}$ 来求解下述公式:

$$[0086] \quad (k^*, \varphi^*) = \underset{k, \varphi}{\operatorname{argmin}} \left\| f\left(t - \frac{t_0}{2}\right) \left(ke^{j\varphi} - \frac{1}{2} e^{-4\pi jfu\frac{t_0}{2}} \right) \right\|_2$$

[0087] 优选地,前导码在通信系统中可以实现时钟同步等作用。前导码可以位于读写装置2发送的光信号的数据帧结构的前端。优选地,通过已知的至少部分前导码和高频分量以及以上公式能够计算得到读写装置2和光标签3之间的距离值。优选地,由于以上公式是在两个未知数下进行求解,因此使用最小二乘回归法来迭代计算,从而得到 φ^* 的估计值。优选地,通过 φ^* 能够得到读写装置2与光标签3之间的距离估计值 $d = -\frac{c\varphi^*}{4\pi f_u}$,从而通过距离估计值计算得到的相位差来获取基带信号中的原始基带信号。通过以上设置方式,不仅能够通过距离估计值得到相位差,避免相位信息丢失的同时恢复原始基带信号,还能够通过距离估计值来获取两者之间的定位信息,实现车辆的高精度定位。

[0088] 优选地,基于距离估计值可以实现车辆1的定位。当装载有读写装置2的车辆1行驶在道路上的情况下,假设车辆1的位置坐标为 (x, y) 时,向设置在基础设施4上的光标签3发送光信号。基础设施4的坐标,即光标签3的坐标假设为 (x_0, y_0) 。根据读写装置2与光标签3之间的通信过程,可以获取坐标 (x_0, y_0) 以及与道路相关的线性或方程,由于基础设施4的位置固定,道路的几何结构是固定的,因此可以获得车辆1的位置坐标 (x, y) 。此外,由于光标签3与读写装置2之间的最远通信距离在80m左右,因此道路可以近似认为为直线。优选地,在不失一般性的情况下,假设 $y_0 = 0$,道路为Y轴,车辆1位于Y的负轴,根据上述的计算公式可以得到距离估计值 d ,从而采用如下公式来描述:

$$[0089] \quad \|(0, y) - (x_0, 0)\|_2 = d$$

[0090] 根据上式可以得到:

$$[0091] \quad y = -\sqrt{d^2 - x_0^2}$$

[0092] 通过求解得到的 (x, y) ,能够确定车辆1的坐标,从而实现车辆1的定位。

[0093] 实施例5

[0094] 本实施例公开了一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信方法,该方法可以由本发明的系统和/或其他可替代的零部件实现。比如,通过使用本发明的系统中的各个零部件实现本实施例公开的方法。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施

方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0095] 一种基于后置偏振的车辆与基础设施间的通信方法,车辆1上的读写装置2能够与设置在基础设施4上的被动通信的光标签3建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在车辆1与基础设施4之间进行交互。优选地,读写装置2和光标签3可以采用如实施例1至4所提供的读写装置2和光标签3。通信方法至少包括:光标签3驱动与反光装置315连接的LCD31的偏振状态实现控制逻辑,使得光信号保持其在时间上和/或空间上均连续的方式传输至读写装置2的偏振器件26,从而发生在光标签3上的光信号开/关的状态后置在读写装置2上发生,使得读写装置2通过光信号开/关状态的连续变化获取光标签3所发送的信息。优选地,光信号开/关状态还可以是光信号幅度的变化,即光的明暗交替变化。优选地,在时间上连续指的是光标签3反射的光信号不会被中断。在空间上连续是指光信号的强度或幅度在时间上是连续的,而且其变化幅度较小,可视为近似不变。优选地,光标签3驱动与反光装置315连接的LCD31的偏振状态实现控制逻辑,是指光标签3可以被编辑,能够将编辑的信息调制在反光装置315反射的光信号上。

[0096] 优选地,至少一个光标签3能够以偏振方向改变且强度不变的方式调制光信号并反射。优选地,光标签3采用带反光装置315的LCD31来调制并反射读写装置2反射光信号。由于LCD31的液晶材料311能够改变光的偏振状态从而较为容易的实现光路的通或断,并且LCD31的成本和功耗较低,因此LCD31天然适用于VLBC技术构建的车联网通信系统。LCD31的工作原理是在两个偏振器件26之间填充液晶材料311,液晶材料311通过排线和LCD31的驱动器32连接。LCD31的驱动器32的电压能够改变液晶材料311内分子的排列状况,导致经过液晶材料311的光的偏振状态改变,而只有与偏振器件26的偏振方向相同的光才能通过,因此光标签3可以利用LCD31的驱动器32控制光路的通断来实现开/关键控(OOK)调制。通过在读写装置2的第一光学传感器25前设置偏振器件26能够通过感知光标签3调制的光信号的明暗变化,使得光信号的通过或阻断发生在读写装置2上,而在读写装置2和光标签3之间的通信链路传输的是偏振方向变化但强度不变的光信号。由于人眼无法感知光信号偏振方向的变化,因此能够在读写装置2和光标签3之间实现无闪烁通信。

[0097] 根据一个优选实施方式,方法还包括:读写装置2通过一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第二偏振器件262接收光信号,使得读写装置2能够得到一对偏振差分的光信号,并通过差分处理以成倍地提高接收光信号的能量和减少噪声的方式增加信噪比从而增加读写装置2与光标签3之间至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路的距离。优选地,偏振器件26至少包括一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第二偏振器件262。优选地,偏振方向正交,可以是第一偏振器件261与第二偏振器件262的偏振方向彼此垂直。第一偏振器件261以及第二偏振器件262分别设置在至少一对第一光学传感器25的进光侧。优选地,当液晶材料311的状态从充电变为放电,输出光束的偏振方向也相应地发生变化,这使得光标签3能够通过改变施加在液晶材料311上的电压,将“1”和“0”调制到水平和垂直偏振方向的输出光信号上。优选地,“1”表示光通过,“0”表示光被阻挡。通过该设置方式,这种二元偏振位移键控调制方案与差分光信号相结合,实现了基于偏振的差分接收系统。根据马吕斯定律,当偏振光直接入射到偏振器件26上时,通过偏振器件26的光强 I_0 由入射光的有效光强 I_0 以及偏振光与偏振器件26之间的方位角 θ 决定,即 $I_0 = I_0 \cos^2(\theta)$ 。而且,整个系统噪声 $\sigma(t)$ 由相对较强的自干扰(即非预期反光装置引起的反射)、环境

光和反向的车辆光束以及其他的地面动态多径反射等组成,这些噪声不是偏振光,读写装置2通过其偏振器件26接收这些噪声后,这些噪声的强度将减半,因此一对第二光传感器25接收的信号为:

$$[0098] \quad I_{RX_1}(t) = I_{\theta_1}(t) + \sigma_1(t)/2$$

$$[0099] \quad I_{RX_2}(t) = I_{\theta_2}(t) + \sigma_2(t)/2$$

[0100] 优选地, $I_{\theta_1}(t)$ 和 $I_{\theta_2}(t)$ 为接收的反射光信号经过彼此偏振方向正交的第一偏振器件261和第二偏振器件262后的光强。优选地,对于差分光信号,第一偏振器件261和第二偏振器件262能够确保 $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ 。当液晶材料311的状态由“0”到“1”, θ_1 从“0°”到“90°”, θ_2 由“90°”到“0°”。将两个接收信号作差后,得到:

$$[0101] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) = I_{\theta_1}(t) - I_{\theta_2}(t) + \sigma_1(t)/2 - \sigma_2(t)/2$$

[0102] 优选地,两个接收器的噪声相同,即 $\sigma_1(t) = \sigma_2(t)$ 。上式可以写为:

$$[0103] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) \approx I_0(2\cos^2\theta_1(t) - 1) = 2I_{\theta_1}(t) - x$$

[0104] 其中x为常数。通过以上设置,使得读写装置2能够接收一对偏振差分的光信号以成倍地提高接收光信号的能量和减少噪声,从而增加通信距离。

[0105] 根据一个优选实施方式,第一解调器24至少包括同步解调电路,如图4所示。一对差分光信号通过混频器241合成一路光信号。一路光信号通过滤波器242后采用读写装置2本地的振荡器22生成的载波 $\cos(2\pi f_u)$ 来进行I/Q解调。令 $f(t)$ 表示为光标签3反射的光信号,d为读写装置2与光标签3之间的距离,读写装置2接收的光信号为:

$$[0106] \quad \begin{aligned} & f\left(t - \frac{d}{c}\right) \cos\left(2\pi f_u\left(t - \frac{2d}{c}\right)\right) e^{-jf2u\frac{t_0}{2}} \\ & = \frac{1}{2}f\left(t - \frac{d}{c}\right) \left(e^{-4\pi jf_u\frac{d}{c}} + e^{-4\pi jf_u\left(t - \frac{d}{c}\right)} \right) \end{aligned}$$

[0107] 优选地, $e^{-2\pi jf_u t} = \cos(2\pi f_u t) - \sin(2\pi f_u t)$,并计算上式可得到高频分量。优选地,尽管在车-基础设施的通信系统中,采用差分接收方法能够进一步的抑制噪声,提高通信系统的信噪比,但是偏振差分接收方法输出的信号是基于幅度调制的抑制载波双边带信号。在极端情况下,例如过度调制时,采用非同步解调方法,例如包络检测,会导致相位信息丢失,从而在接收信号解调为基带信号时,会使得信号失真。优选地,本实施例采用同步解调电路用于同步解调偏振差分光信号,从而避免因相位信息丢失,导致解调后的基带信号失真。通过以上设置方式,读写装置2得到高频 $e^{-4\pi jf_u\frac{t_0}{2}}$ 信号以及基带信号。

[0108] 优选地,第一解调器24与振荡器22连接。通过该设置方式,读写装置2内的第二控制器23能够通过同步解调电路解调差分光信号,从而读写装置2能够获得高频分量 $e^{-4\pi jf_u\frac{t_0}{2}}$ 以及与原始基带信号存在相位差的基带信号。优选地,相位差为读写装置2与光标签3之间的距离带来的传输延迟。

[0109] 优选地,控制器23能够配置为至少通过已知的部分前导码中的数据包 $f\left(t - \frac{t_0}{2}\right)$ 以

及高频分量 $e^{-4\pi j f_u \frac{t_0}{2}}$ 来求解下述公式:

$$[0110] \quad (k^*, \varphi^*) = \underset{k, \varphi}{\operatorname{argmin}} \left\| f \left(t - \frac{t_0}{2} \right) \left(k e^{j\varphi} - \frac{1}{2} e^{-4\pi j f_u \frac{t_0}{2}} \right) \right\|_2$$

[0111] 以上公式能够使用最小二乘回归法来迭代计算,从而得到 φ^* 的值。优选地,通过 φ^* 能够得到读写装置2与光标签3之间的距离估计值 $d = -\frac{c\varphi^*}{4\pi f_u}$,从而通过距离估计值计算得到的相位差来获取基带信号中的原始基带信号。通过以上设置方式,不仅能够通过距离估计值得到相位差,避免相位信息丢失的同时恢复原始基带信号,还能够通过距离估计值来获取两者之间的定位信息,实现车辆的高精度定位。

[0112] 实施例6

[0113] 本实施例公开了一种自动驾驶辅助系统。优选地,自动驾驶辅助系统至少包括设置在车辆1上的读写装置2以及设置在其他车辆和/或基础设施4上的光标签3。光标签3通过其自身和/或基础设施上设置的用于获取道路信息的传感器将道路信息以被动调制的方式调制在所述读写装置2发射的光信号上,并反射至所述读写装置2上。读写装置2以后置偏振的方式接收该信号,从而驾驶员至少能够提前获取光标签3所在路段的道路动态信息。优选地,后置偏振是指光标签3的光信号的明暗交替变化的状态是后置在读写装置2上发生的,从而读写装置2与光标签3之间的光信号是以在时间上和/或空间上连续的方式传输的。优选地,道路信息可以是基础设施本身包含的静态信息,例如左转、右转、限制通行时间、环岛、限速信息等等,也可以包括道路动态信息,例如道路紧急情况警示、道路潮湿、结冰、碎石等信息。优选地,读写装置2以及光标签3可以采用实施例1至5提供的读写装置2以及光标签3。优选地,读写装置2的发光装置21可以采用车辆1的前照灯。

[0114] 通过以上设置方式,本实施例提供的自动驾驶辅助系统可以通过车辆1的前照灯或读写装置2的发光装置21自动发现设置在车辆1和/或基础设施上的光标签3,从而提前获取光标签3所加载的道路信息,避免事故发生。例如,当道路上发生事故时,需要设置一个紧急三角警示标志,以便警示即将到来的车辆,使其能够采取适当行动。但是,当前的紧急警示标志只具有警示功能,而不具备其他的具体信息,例如是否需要帮助,引起紧急情况的原因。光标签3能够通过其可编程的第一控制器33与处于紧急情况的车辆上的读写装置2和/或驾驶员的手机通信,将引起紧急情况的原因,例如是由轮胎漏气,或者是发动机故障以及是否需要帮助等信息,传输至光标签3并对光标签3的内容进行编辑。从而即将经过紧急三角警示标志的车辆或发现该紧急三角警示标志的车辆,能够通过读写装置2获取光标签3编辑的信息。从而获取该信息的驾驶员不仅能够更好的验证前方道路信息,还能够对紧急情况的车辆提供帮助。又例如许多交通标志附加了额外的限制或通行时间,通常以较小的字体指定。比如学区标志可以标明有效的通过时间,左转禁止标志可以在一定时间后解除限制。而在该标志设置光标签3,能够与车辆1上的读写装置2通信,从而提前自动通知车辆1上的读写装置2,读写装置2将此信息以声音、图片、文字等方式反馈给驾驶员,则可以在驾驶员看不到限制字体信息时提示驾驶员。又比如,某些信息性标志可能希望提供一个到网络上更详细信息页面的超级链接,则在车辆1上的读写装置3与该信息性标志上的光标签3通信的情况下,车辆1的读写装置2可以接入互联网,或者通过车辆1的通信系统接入互联网,来自动检索该内容并在车辆1的显示屏上显示。

[0115] 优选地,光标签3和/或基础设置上设置有用于获取道路信息的传感器。该传感器至少包括温度传感单元、湿度传感单元、烟雾传感器单元等。从而光标签3通过传感器至少能够获取道路的潮湿情况、结冰情况以及能见度情况。优选地,静态的限速标志通常根据道路几何结构(直线或曲线)和正常路面条件来提供安全限速。但是,路面直接受天气影响。例如,潮湿或结冰,使得路面的摩擦力可能会显著降低,应相应调整和张贴实际的安全限速。本实施例提供的设置在道路交通标志的光标签通过温度和湿度传感器采集的数据,可以动态优化地重新计算实际的安全速度,并将这些信息及时传递到车辆1上的读写装置2,因此当行驶速度超过实际安全极限(但仍在静态标志所示的极限范围内)时,读写装置2警告驾驶员减速。

[0116] 实施例7

[0117] 本实施例公开了一种广告投放方法,可以是一种基于车联网的广告投放方法。该方法可以由本发明的系统和/或其他可替代的零部件实现。比如,通过使用本发明的系统中的各个零部件实现本发明公开的方法。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0118] 一种广告投放方法,所述方法包括:设置在车辆1上的读写装置2能够与设置在基础设施4上的被动通信的光标签3建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在车辆与基础设置4之间进行交互。光标签3驱动与反光装置315连接的LCD31的偏振状态来响应来自读写装置2发送的光信号的询问信息。光标签3基于该询问信息将可编辑的广告信息调制在包括询问信息的光信号上来实现广告的投放。优选地,本实施例使用的光标签3以及读写装置2为实施例1至6所提供的光标签3和读写装置2。通过该设置方式,车辆1上的读写装置2发射光信号发现设置在基础设施4上的光标签3。光标签3响应读写装置2发送的光信号,解调该光信号获取车辆1发送的相关询问信息。询问信息至少包括是否具有广告信息、广告信息的类别以及确认投放广告的信息等。光标签3具有被动编辑功能,能够修改或更新其存储的广告信息。通过该设置方式,光标签3不仅能够投放广告,还能够统计广告的投放量。

[0119] 实施例8

[0120] 本实施例公开了一种定位系统,可以是一种精确定位系统,也可以是一种基于车联网的定位系统,也可以是一种基于后置偏振的车联网定位系统,该系统可以由本发明的系统和/或其他可替代的零部件实现。比如,通过使用本发明的系统中的各个零部件实现本实施例公开的方法。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0121] 一种精确定位系统,至少包括车辆1上设置的读写装置2以及设置在基础设施4上的光标签3。光标签3能够与读写装置2建立至少在一定时间及空间内稳定连续的光通信链路,用于在车辆1与基础设施3之间进行交互。优选地,光标签3以保持光信号在时间上和/或空间上连续的方式调制其反射的读写装置2发射的光信号,使得读写装置2通过其偏振器件26将光标签3反射的光信号的明暗变化后置在读写装置2上发生。优选地,读写装置2通过一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第二偏振器件262接收一对偏振差分信号,从而通过同步解调以获取距离估计值以实现车辆1的精确定位。

[0122] 优选地,偏振器件26至少包括一对彼此偏振方向正交的第一偏振器件261以及第

二偏振器件262。优选地,偏正方向正交,可以是第一偏振器件261与第二偏振器件262的偏振方向彼此垂直。第一偏振器件261以及第二偏振器件262分别设置在至少一对第一光学传感器25的进光侧。优选地,当液晶材料311的状态从充电变为放电,输出光束的偏振方向也相应地发生变化,这使得光标签3能够通过改变施加在液晶材料311上的电压,将“1”和“0”调制到水平和垂直偏振方向的输出光信号上。优选地,“1”表示光路通过,“0”表示光被阻挡。通过该设置方式,这种二元偏振位移键控调制方案与差分光信号相结合,实现了基于偏振的差分接收系统。根据马吕斯定律,当偏振光直接入射到偏振器件26上时,通过偏振器件26的光强 I_0 由入射光的有效光强 I_0 以及偏振光的偏振方向与偏振器件26的偏振方向之间的方位角 θ 决定,即 $I_0 = I_0 \cos^2(\theta)$ 。而且,整个系统噪声 $\sigma(t)$ 由相对较强的自干扰(即非预期反光装置引起的反射)、环境光和反向的车辆光束以及其他的地面动态多径反射等组成,这些噪声不是偏振光,读写装置2通过其偏振器件26接收这些噪声后,这些噪声的强度将减半,因此一对第二光传感器25接收的信号为:

$$[0123] \quad I_{RX_1}(t) = I_{\theta_1}(t) + \sigma_1(t)/2$$

$$[0124] \quad I_{RX_2}(t) = I_{\theta_2}(t) + \sigma_2(t)/2$$

[0125] 优选地, $I_{\theta_1}(t)$ 和 $I_{\theta_2}(t)$ 为接收的反射光信号经过彼此偏振方向正交的第一偏振器件261和第二偏振器件262后的光强。优选地,对于差分光信号,第一偏振器件261和第二偏振器件262能够确保 $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ 。当液晶材料311的状态由“0”到“1”, θ_1 从“0”到“90”, θ_2 由“90”到“0”。将两个接收信号作差后,得到:

$$[0126] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) = I_{\theta_1}(t) - I_{\theta_2}(t) + \sigma_1(t)/2 - \sigma_2(t)/2$$

[0127] 优选地,两个接收器的噪声相同,即 $\sigma_1(t) = \sigma_2(t)$ 。上式可以写为:

$$[0128] \quad I_{RX_1}(t) - I_{RX_2}(t) \approx I_0(2\cos^2\theta_1(t) - 1) = 2I_{\theta_1}(t) - x$$

[0129] 其中 x 为常数。通过以上设置,使得读写装置2能够接收一对偏振差分的光信号以成倍地提高接收光信号的能量和减少噪声,从而增加通信距离。

[0130] 根据一个优选实施方式,第一解调器24至少包括同步解调电路,如图4所示。一对差分光信号通过混频器241合成一路光信号。一路光信号通过滤波器242后采用读写装置2本地的振荡器22生成的载波 $\cos(2\pi f_u t)$ 来进行I/Q解调。令 $f(t)$ 表示为光标签3反射的光信号, d 为读写装置2与光标签3之间的距离,读写装置2接收的光信号为:

$$[0131] \quad \begin{aligned} & f\left(t - \frac{d}{c}\right) \cos\left(2\pi f_u \left(t - \frac{2d}{c}\right)\right) e^{-j2\pi f_u t} \\ & = \frac{1}{2} f\left(t - \frac{d}{c}\right) \left(e^{-4\pi j f_u \frac{d}{c}} + e^{-4\pi j f_u \left(t - \frac{d}{c}\right)} \right) \end{aligned}$$

[0132] 优选地, $e^{-2\pi j f_u t} = \cos(2\pi f_u t) - j\sin(2\pi f_u t)$,并计算上式可得到高频分量。优选地,尽管在车-基础设施的通信系统中,采用差分接收方法能够进一步的抑制噪声,提高通信系统的信噪比,但是偏振差分接收方法输出的信号是基于幅度调制的抑制载波双边带信号。在极端情况下,例如过度调制时,采用非同步解调方法,例如包络检测,会导致相位信息丢失,从而在接收信号解调为基带信号时,会使得信号失真。优选地,本实施例采用同步解调电路

用于同步解调偏振差分光信号,从而避免因相位信息丢失,导致解调后的基带信号失真。通过以上设置方式,读写装置2得到高频分量 $e^{-4\pi j f_u t}$ 以及基带信号 $f\left(t - \frac{d}{c}\right)e^{-4\pi j f_u \frac{d}{c}}$ 。 d/c 表示光信号传输的单程时间, c 是光速。

[0133] 优选地,第一解调器24与振荡器22连接。通过该设置方式,读写装置2内的第二控制器23能够通过同步解调电路解调差分光信号,从而读写装置2能够获得高频分量 $e^{-4\pi j f_u \frac{t_0}{2}}$ 以及与原始基带信号存在相位差的基带信号。 t_0 表示光信号传输的时间。优选地,由于光信号从读写装置2发出经由光标签3反射后传回至读写装置2,读写装置2和光标签3之间的距离会引起光信号传输的相位延迟,因此相位差为读写装置2与光标签3之间的距离带来的传输延迟。

[0134] 优选地,控制器23能够配置为至少通过已知的部分前导码中的数据包 $f\left(t - \frac{t_0}{2}\right)$ 以及高频分量 $e^{-4\pi j f_u \frac{t_0}{2}}$ 来求解下述公式:

$$[0135] \quad (k^*, \varphi^*) = \operatorname{argmin}_{k, \varphi} \left\| f\left(t - \frac{t_0}{2}\right) \left(k e^{j\varphi} - \frac{1}{2} e^{-4\pi j f_u \frac{t_0}{2}} \right) \right\|_2$$

[0136] 优选地,前导码在通信系统中可以实现时钟同步等作用。前导码可以位于读写装置2发送的光信号的数据帧结构的前端。优选地,通过已知的至少部分前导码和高频分量以及以上公式能够计算得到读写装置2和光标签3之间的距离值。优选地,由于以上公式是在两个未知数下进行求解,因此使用最小二乘回归法来迭代计算,从而得到 φ^* 的估计值。优选地,通过 φ^* 能够得到读写装置2与光标签3之间的距离估计值 $d = -\frac{c\varphi^*}{4\pi f_u}$,从而通过距离估计值计算得到的相位差来获取基带信号中的原始基带信号。通过以上设置方式,不仅能够通过距离估计值得到相位差,避免相位信息丢失的同时恢复原始基带信号,还能够通过距离估计值来获取两者之间的定位信息,实现车辆的高精度定位。

[0137] 优选地,基于距离估计值可以实现车辆1的定位。当装载有读写装置2的车辆1行驶在道路上的情况下,假设车辆1的位置坐标为 (x, y) 时,向设置在基础设施4上的光标签3发送光信号。基础设施4的坐标,即光标签3的坐标假设为 (x_0, y_0) 。根据读写装置2与光标签3之间的通信过程,可以获取坐标 (x_0, y_0) 以及与道路相关的线性或方程,由于基础设施4的位置固定,道路的几何结构是固定的,因此可以获得车辆1的位置坐标 (x, y) 。此外,由于光标签3与读写装置2之间的最远通信距离在80m左右,因此道路可以近似认为直线。优选地,在不失一般性的情况下,假设 $y_0 = 0$,道路为Y轴,车辆1位于Y的负轴,根据上述的计算公式可以得到距离估计值 d ,从而采用如下公式来描述:

$$[0138] \quad \|(0, y) - (x_0, 0)\|_2 = d$$

[0139] 根据上式可以得到:

$$[0140] \quad y = -\sqrt{d^2 - x_0^2}$$

[0141] 通过求解得到的 (x, y) ,能够确定车辆1的坐标,从而实现车辆1的定位。

[0142] 通过以上设置方式,本实施例具有如下有益效果:

[0143] 尽管GPS能够提供户外定位服务,但在道路交通繁忙,车辆、行人密集的地区,其精

度可能会不到10米。在极端情况下, GPS可能无法使用, 例如, 在长隧道中。然而, 通过光标签3与读写装置2的被动式通信特性, 以及无闪烁的偏振差分光信号, 可以在道路交通繁忙、长隧道等极端环境下, 通过使用无所不在的设置在基础设施4上的光标签3为车辆1提供定位服务。

[0144] 需要注意的是, 上述具体实施例是示例性的, 本领域技术人员可以在本发明公开内容的启发下想出各种解决方案, 而这些解决方案也都属于本发明的公开范围并落入本发明的保护范围之内。本领域技术人员应该明白, 本发明说明书及其附图均为说明性而并非构成对权利要求的限制。本发明的保护范围由权利要求及其等同物限定。

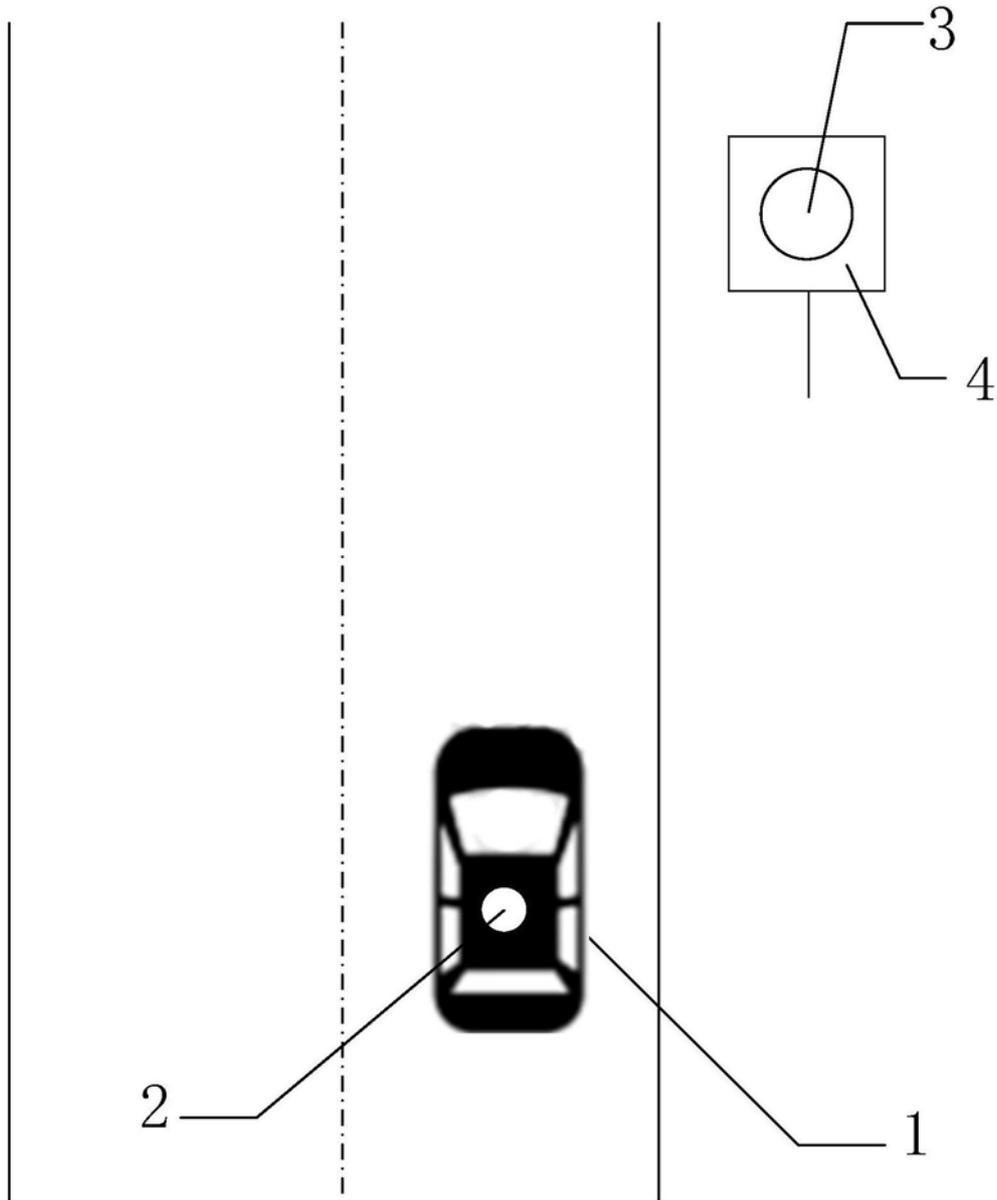


图1

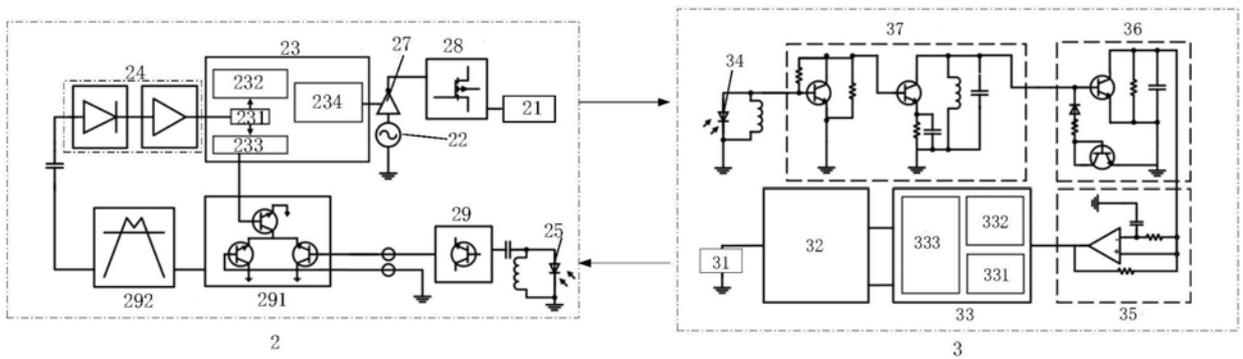


图2

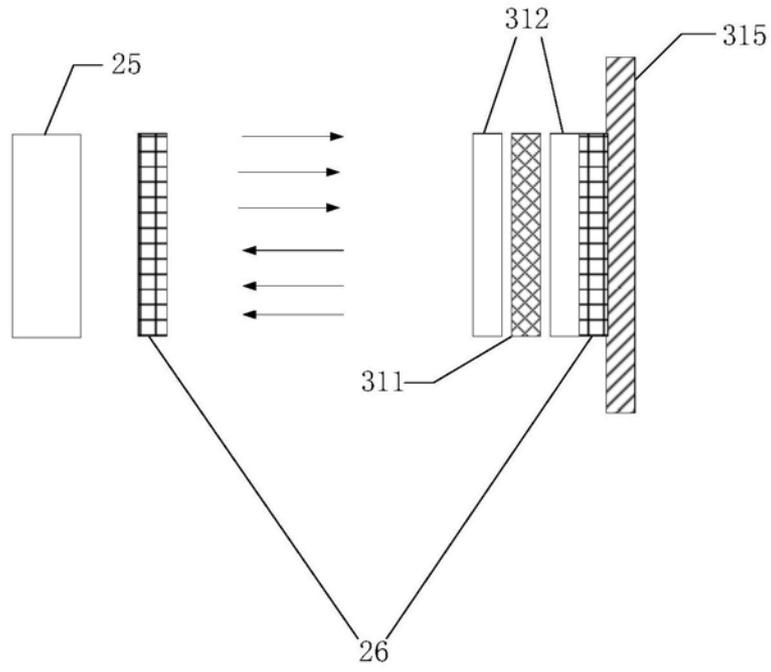


图3

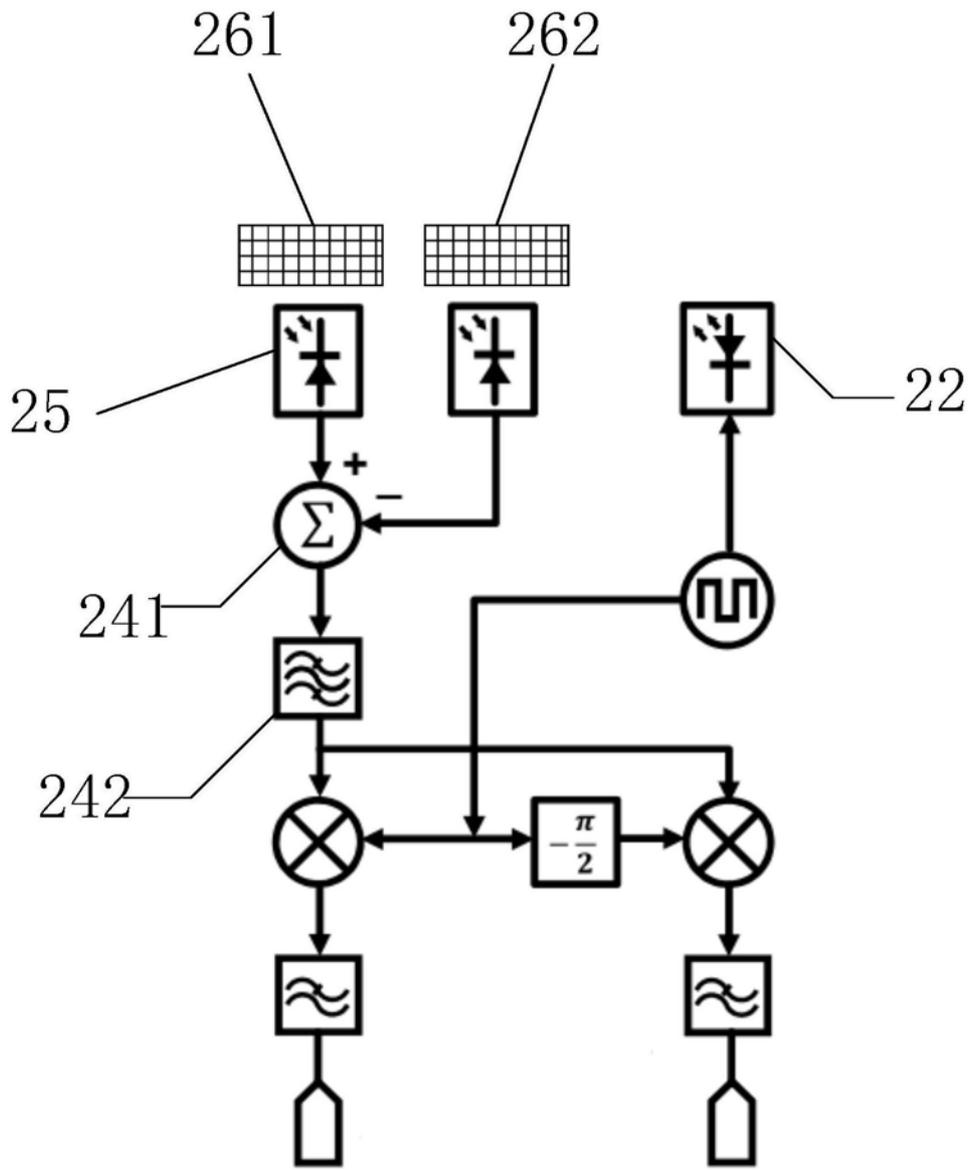


图4