



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105449372 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201510966533.X

H04B 10/116(2013.01)

(22)申请日 2015.12.17

F21V 5/04(2006.01)

F21Y 115/10(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105449372 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2016.03.30

CN 102957479 A,2013.03.06,

CN 103900026 A,2014.07.02,

(73)专利权人 华南理工大学

JP 2015093632 A,2015.05.18,

CN 104896425 A,2015.09.09,

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

审查员 马丽

(72)发明人 文尚胜 周云麟 陈颖聪 关伟鹏
吴玉香 彭星 张恒

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.

H01Q 19/12(2006.01)

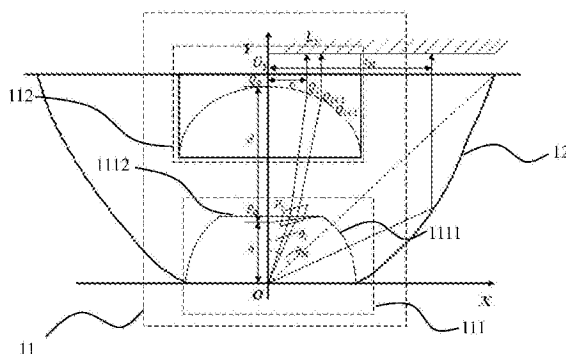
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于可见光通信的光学天线

(57)摘要

本发明公开了一种基于可见光通信的光学天线,所述光学天线具有小于 5° 发光角度的LED准直透镜;所述LED准直透镜包括内表面与抛物线面外表面;所述内表面包括第一内表面与第二内表面;所述抛物线面型外表面焦点位于光源O;所述第一内表面、第二内表面、抛物线面型外表面均以点光源O为中心,并且关于Z轴呈旋转对称;所述第一内表面处于LED准直透镜顶部内部的底部,所述第一内表面包括部分半球形面和自由曲面一;所述第一内表面除部分半球面以外的部分为自由曲面一,所述第二内表面是位于LED准直透镜顶部的一个自由曲面;本发明具有绿色节能、无电磁波干扰和安装方便等优点。



1. 一种基于可见光通信的光学天线,其特征在于,所述光学天线具有小于 5° 发光角度的LED准直透镜;将LED看作点光源0,以0为原点建立空间直角坐标系O-XYZ,所述LED准直透镜包括内表面(11)与抛物线面外表面(12);所述内表面(11)包括第一内表面(111)与第二内表面(112);所述抛物线面型外表面(12)焦点位于光源0;所述第一内表面(111)、第二内表面(112)、抛物面型外表面(12)均以点光源0为中心,并且关于Z轴呈旋转对称;所述第一内表面(111)处于LED准直透镜顶部内部的底部,所述第一内表面(111)包括部分半球形面(1111)和自由曲面一(1112);在以光源0为球心,所述LED准直透镜底面半径为球径所构成的半球面上的所有点中,与以光源0为顶点,Z轴为一边所构成的角度大于等于发光角度 θ_M 的点的集合构成所述部分半球形面(1111);所述第一内表面(111)除部分半球形面(1111)以外的部分为自由曲面一(1112),所述第二内表面(112)是位于LED准直透镜顶部的一个自由曲面;

所述LED准直透镜将光线分成中间部分和侧边部分分别进行配光,中间部分的发光角度小于等于 θ_M ,光线由光源0发出,经过自由曲面(1112)折射后,再经过第二内表面(112)折射后汇聚;侧边部分发光角度大于 θ_M ,光线经过部分半球形面(1111)折射后,再经过抛物面型外表面(12)反射汇聚;

所述光学天线采用开关方法调制电路,使耦合深度到达最大化,并应用在电梯井道内超远距离可见光通信:轿厢内控制箱的控制信息通过电梯顶部轿厢通信发射模块以可见光形式发出,电梯顶部轿厢通信发射模块由开关法控制LED亮灭,并由LED准直透镜进行角度配光,使发出的光信号能量分布均匀,在电梯井道内远距离传输;光信号由轿厢通信接收模块接收并解调为数字信号,从而控制曳引轮和曳引钢绳实现对电梯轿厢升降的控制。

2. 根据权利要求1所述的基于可见光通信的光学天线,其特征在于,LED准直透镜对所述中间部分的配光方法为:

根据能量守恒可得:

$$I_0/E = r_i^2 / \sin^2 \theta_M;$$

光源发光角度 θ_M 与目标区域半径 r_i 的坐标关系为:

$$r_i = \frac{r_M \sin \theta_i}{\sin \theta_M},$$

从而确定了 $Q_i(r_i, z_i)$ 的横坐标;其中 Q_i 为光线进入第二内表面(112)的坐标, r_M 为整个LED准直透镜目标区域的半径;

根据马吕斯定律,若把LED看作点光源,在经过准直之后,出射波面为平面波,点光源发出的所有光线到达平面波对应点时经过的光程恒定;因此光源发出 θ_i 角的光线到达目标点 L_i 所经过的光程等于轴上光线由0点到目标面点 O_i 所经过的光程,因此有:

$$n_1 d + n_0 h = \overline{OP_i} n_0 + \overline{P_i Q_i} n_1 + n_0 (d + h - z_i),$$

其中, n_0 为自由曲面一(1112)的折射率, n_1 为第二内表面(112)的折射率, h 为光线在自由曲面一(1112)的光程, d 为光线在第二内表面(112)的光程, z_i 为 Q_i 的横坐标, P_i 为光线在第一部分(11)中的起始点;

由自由曲面切面迭代法的原理可知,根据起始点 P_i 和 Q_i 的坐标与SNELL定律即可求出折线对应的切平面,而偏角为 θ_{i+1} 的点 P_{i+1} 又在 P_i 的切平面上,因此 P_{i+1} 可得,再根据方程, Q_{i+1}

也可得,通过这种方式迭代,即可算出2条曲线的点坐标,由 P_i 可以确定所述自由曲面一(1112)的结构,由 Q_i 可以确定所述第二内表面(112)结构。

3.根据权利要求1所述的基于可见光通信的光学天线,其特征在于,LED准直透镜对所述侧边部分的配光方法为:对于大于 θ_m 的光线,先经过部分半球形面(1111)折射,折射光线到达抛物面型外表面(12),经抛物面型外表面(12)反射,形成平行于Y轴的光线。

一种基于可见光通信的光学天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种LED准直透镜技术,特别涉及一种基于可见光通信的光学天线,该光学天线是一种超远距离的可见光通信光学天线,适用于远距离的无线通信传输系统。

背景技术

[0002] 可见光通信技术,作为一种利用发光设备发出人眼感觉不到的高速明亮闪烁的光信号来实现信息传输的新兴无线通信技术,具有绿色环保、无电磁干扰、数据传输速率大、功耗低等特点,并且,与现有无线电波传输手段不同,可见光通信只有在光到达的地方才能接收到信号,因此其安全性能高,不容易泄露信息。

[0003] 在远距离的可见光通信中,需要对光线进行汇聚,达到各个部分能量均匀分布,使信号传输更为高效、稳定,而现有技术的光学天线的角度比较大,难以实现远距离的无线通信传输系统,因此,开发一种适用于远距离的无线通信传输系统的光学天线成了目前亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的缺点与不足,本发明的目的在于提供一种基于可见光通信的光学天线,该光学天线实现了超远距离的可见光通信,适用于远距离的无线通信传输系统,该光学天线采用开关方法调制电路,使耦合深度达到最大化,更适合远距离的传输;设计的LED准直透镜,有效地对LED光源发出的光线进行了汇聚,使发光角度小,而且在任何位置能量分布均匀;高耦合深度的调制方法与准直透镜的设计为光信号远距离传递信息提供了条件。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案实现:一种基于可见光通信的光学天线,所述光学天线具有小于 5° 发光角度的LED准直透镜;将LED看作点光源O,以O为原点建立空间直角坐标系O-XYZ,所述LED准直透镜包括内表面11与抛物线面外表面12;所述内表面11包括第一内表面111与第二内表面112;所述抛物线面型外表面12焦点位于光源O;所述第一内表面111、第二内表面112、抛物面型外表面12均以点光源O为中心,并且关于Z轴呈旋转对称;所述第一内表面111处于LED准直透镜顶部内部的底部,所述第一内表面111包括部分半球形面1111和自由曲面一1112;在以光源O为球心,所述LED准直透镜底面半径为球径所构成的半球面上的所有点中,与以光源O为顶点,Z轴为一边所构成的角度大于等于发光角度 θ_M 的点的集合构成所述部分半球形面1111;所述第一内表面111除部分半球面1111以外的部分为自由曲面一1112,所述第二内表面112是位于LED准直透镜顶部的一个自由曲面;

[0006] 所述LED准直透镜将光线分成中间部分和侧边部分分别进行配光,中间部分的发光角度小于等于 θ_M ,光线由光源O发出,经过自由曲面1112折射后,再经过第二内表面112折射后汇聚;侧边部分发光角度大于 θ_M ,光线经过部分半球形面1111折射后,再经过抛物面型外表面12反射汇聚。

[0007] LED准直透镜对所述中间部分的配光方法为:由于朗伯型LED光源发光强度为 $I =$

$I_0 \cos \theta$, I_0 为沿z轴方向光强,目标面均匀照度为E,根据能量守恒可得:

$$[0008] \quad I_0/E = r_i^2 / \sin^2 \theta_M;$$

[0009] 光源发光角度 θ_M 与目标区域半径 r_i 的坐标关系为:

$$[0010] \quad r_i = \frac{r_M \sin \theta_i}{\sin \theta_M},$$

[0011] 从而确定了 $Q_i(r_i, z_i)$ 的横坐标;其中 Q_i 为光线进入第二内表面112的坐标, r_M 为整个LED准直透镜目标区域的半径。

[0012] 而马吕斯定律指出垂直于波面的光线束经过任意多次反射和折射以后,出射光束仍垂直于出射波面,并且入射波面与出射波面对应点之间的光程均为定值。根据马吕斯定律,若把LED看作点光源,在经过准直之后,出射波面为平面波,点光源发出的所有光线到达平面波对应点时经过的光程恒定。因此光源发出 θ_i 角的光线到达目标点 L_i 所经过的光程等于轴上光线由O点到目标面点 O_1 所经过的光程,因此有:

$$[0013] \quad n_1 d + n_0 h = \overline{OP_i} n_0 + \overline{P_i Q_i} n_1 + n_0 (d + h - z_i),$$

[0014] 其中, n_0 为自由曲面一1112的折射率, n_1 为第二内表面112的折射率, h 为光线在自由曲面一1112的光程, d 为光线在第二内表面112的光程, z_i 为 Q_i 的横坐标, P_i 为光线在第一部分11中的起始点。

[0015] 由自由曲面切面迭代法的原理可知,根据起始点 P_i 和 Q_i 的坐标与SNELL定律即可求出折线对应的切平面,而偏角为 θ_{i+1} 的点 P_{i+1} 又在 P_i 的切平面上,因此 P_{i+1} 可得,再根据方程, Q_{i+1} 也可得,通过这种方式迭代,即可算出2条曲线的点坐标,由 P_i 可以确定所述自由曲面一1112的结构,由 Q_i 可以确定所述第二内表面112结构。

[0016] LED准直透镜对所述侧边部分的配光方法为:对于大于 θ_M 的光线,先经过部分半球形面1111折射,折射光线到达抛物面型外表面12,经抛物面型外表面12反射,形成平行于Y轴的光线,达到LED准直配光的效果。

[0017] 相对于现有技术,本发明具有如下的优点与效果:

[0018] 本发明的光学天线设计了一种小角度配光,发光角度小于 5° ,在任何角度能量分布均匀的准直透镜,由内表面与抛物线面外表面构成。LED光源发出可见光经过该光学天线形成小角度光束,到达光接收模块实现超远距离可见光传输,克服了可见光通信中光信号传递距离有限,各个位置能量、信号分布不均匀的缺点,应用于多种可见光通信场合,具有绿色节能,无电磁波干扰,安装方便等优点。并且,该系统具有高速通信的基础,能实现网络接入,为多媒体平台的搭建提供了可能。

附图说明

[0019] 图1为本发明的开关法控制LED部分示意图。

[0020] 图2为本发明的LED准直透镜示意图。

[0021] 图3为本发明的高调制耦合深度的电路部分示意图。

[0022] 图4为本发明在电梯井道内超远距离可见光通信具体应用示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不

限于此。

[0024] 实施例

[0025] 如图1所示,报文二进制电信号输入到使能端,以开关方法控制LED,使信号的耦合深度达到最大化,将报文二进制电信号转换为光信号传输。

[0026] 如图2所示,LED光源发出的光信号经过一种基于可见光通信的光学天线,实现小角度配光。所述光学天线特点在于具有发光角度小于 5° 的LED准直透镜。将LED看作点光源0,以0为原点建立空间直角坐标系O-XYZ,所述LED准直透镜包括内表面11与抛物线面外表面12。所述内表面11包括第一内表面111与第二内表面112。所述抛物线面型外表面12焦点位于光源0。所述第一内表面111、第二内表面112、抛物面型外表面12均以点光源0为中心,并且关于Z轴呈旋转对称。所述第一内表面111处于LED准直透镜顶部内部的底部,所述第一内表面111包括部分半球形面1111与自由曲面一1112。在以光源0为球心,所述LED准直透镜底面半径为球径所构成的半球面上的所有点中,与以光源0为顶点,Z轴为一边所构成的角度大于等于发光角度 θ_M 的点的集合构成所述部分半球形面1111。所述第一内表面111除部分半球面1111以外的部分为自由曲面一1112。所述第二内表面112是位于LED准直透镜顶部的一个自由曲面。

[0027] 所述LED准直透镜将光线分成中间部分和侧边部分分别进行配光,中间部分的发光角度小于等于 θ_M ,光线由光源0发出,经过自由曲面1112折射后,再经过第二内表面112折射后汇聚;侧边部分发光角度大于 θ_M ,光线经过部分半球形面1111折射后,再经过抛物面型外表面12反射汇聚。

[0028] LED准直透镜将光线对中间部分的配光方法为:由于朗伯型LED光源发光强度为 $I = I_0 \cos \theta$, I_0 为沿z轴方向光强,目标面均匀照度为E,根据能量守恒可得: $I_0/E = r_i^2 / \sin^2 \theta_M$;光源发光角度 θ_M 与目标区域半径 r_i 的坐标关系为 $r_i = \frac{r_M \sin \theta_i}{\sin \theta_M}$,从而确定了 $Q_i(r_i, z_i)$ 的横坐标;其中 Q_i 为光线进入第二内表面112的坐标, r_M 为整个LED准直透镜目标区域的半径。

[0029] 而马吕斯定律指出垂直于波面的光线束经过任意多次反射和折射以后,出射光束仍垂直于出射波面,并且入射波面与出射波面对应点之间的光程均为定值。根据马吕斯定律,若把LED看作点光源,在经过准直之后,出射波面为平面波,点光源发出的所有光线到达平面波对应点时经过的光程恒定。因此光源发出 θ_i 角的光线到达目标点 L_i 所经过的光程等于轴上光线由0点到目标面点 O_i 所经过的光程,因此有:

$$n_1 d + n_0 h = \overline{OP_i} n_0 + \overline{P_i Q_i} n_1 + n_0 (d + h - z_i)$$
,其中 n_0 为自由曲面一1112的折射率, n_1 为第二内表面112的折射率, h 为光线在自由曲面一1112的光程, d 为光线在第二内表面112的光程, z_i 为 Q_i 的横坐标, P_i 为光线在第一部分11中的起始点。

[0030] 由自由曲面切面迭代法的原理可知,根据起始点 P_i 和 Q_i 的坐标与SNELL定律即可求出折线对应的切平面。而偏角为 θ_{i+1} 的点 P_{i+1} 又在 P_i 的切平面上,因此 P_{i+1} 可得,再根据方程, Q_{i+1} 也可得,通过这种方式迭代,即可算出2条曲线的点坐标。由 P_i 可以确定所述自由曲面一1112的结构,由 Q_i 可以确定所述第二内表面112结构。

[0031] LED准直透镜将光线对侧边部分的配光方法为:对于大于 θ_M 的光线,先经过部分半球形面1111折射,折射光线到达抛物面型外表面12,经抛物面型外表面12反射,形成平行于

Y轴的光线,达到LED准直配光的效果;

[0032] 如图3所示,解调电路括光电二极管PD 21、单片机MCU 22、数控电位器X9313 23、发光二极管24、驱动电路部分25。数控电位器X9313有32个电阻值,电阻值可通过外部数字信号进行控制,利用单片机采集光电二极管接收的光强度大小,根据其大小实时调整参考电流输入端的电阻,使光电二极管接收到的光亮度能维持在一定范围内,不会因为过高而烧坏元件或过低探测不到信号。

[0033] 如图4所示,乘客在电梯轿厢34中控制轿厢内控制箱33,控制信息通过电梯顶部轿厢通信发射模块35以可见光形式发出,电梯顶部轿厢通信发射模块35由上述开关法控制LED亮灭,并由LED准直透镜进行小角度配光,使发出的光信号能量分布均匀,可以在电梯井道内远距离传输。光信号由轿厢通信接收模块36接收并通过上述解调电路解调为数字信号,从而控制曳引轮31和曳引钢丝绳32实现对电梯轿厢34升降的控制。

[0034] 由此可见,基于以上四点,本发明实现了超远距离的可见光通信。

[0035] 上述实施例仅为本发明的一种实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

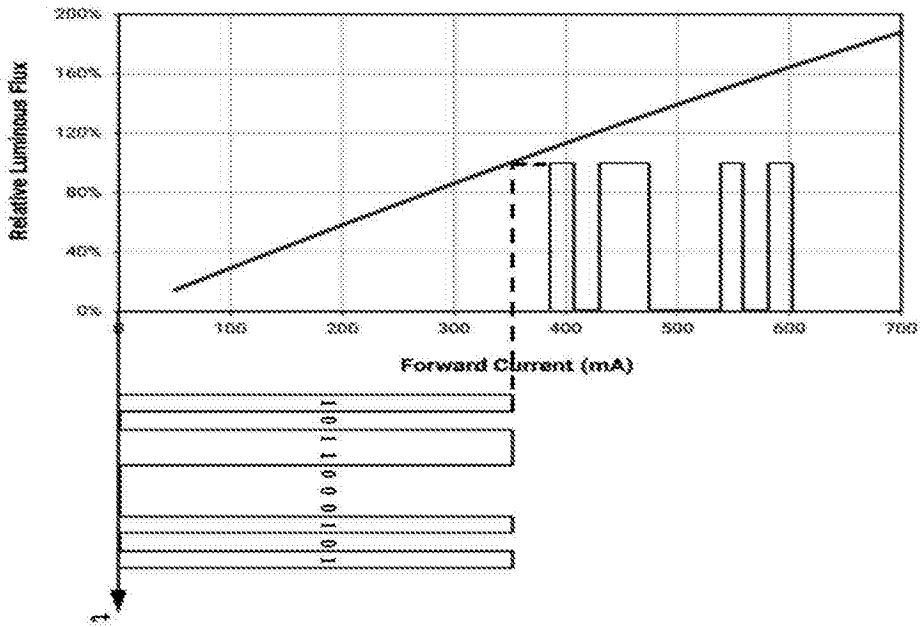


图1

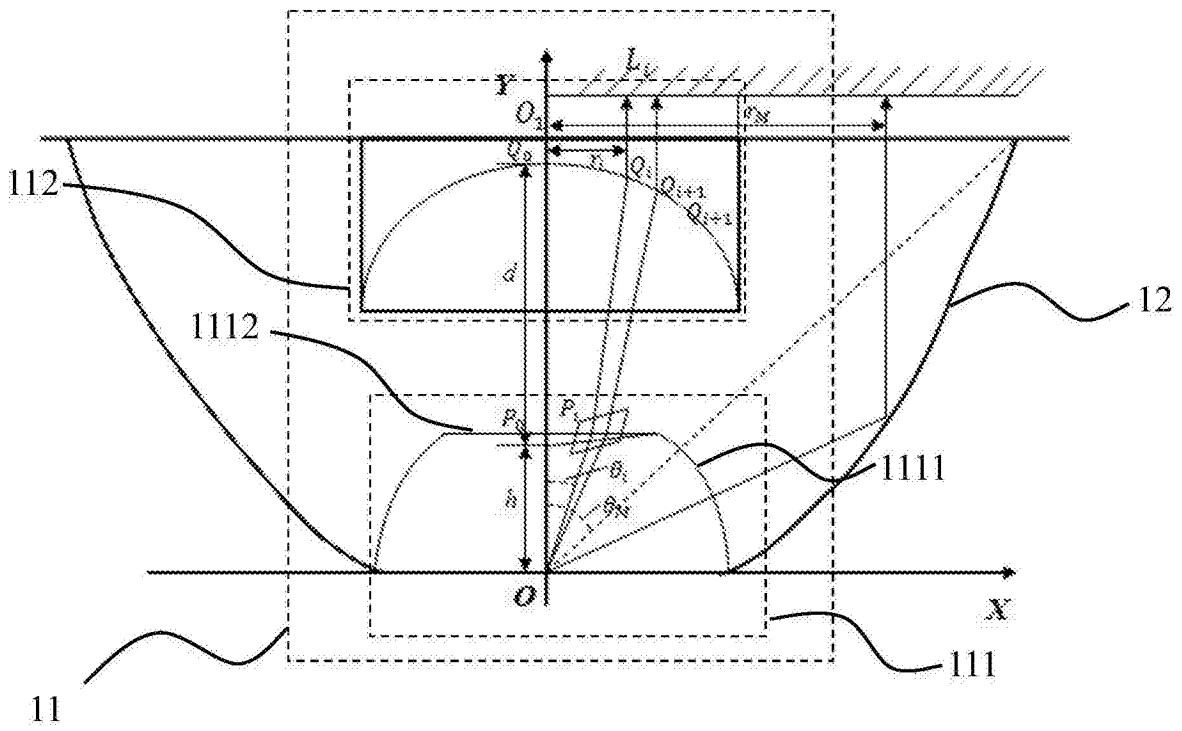


图2

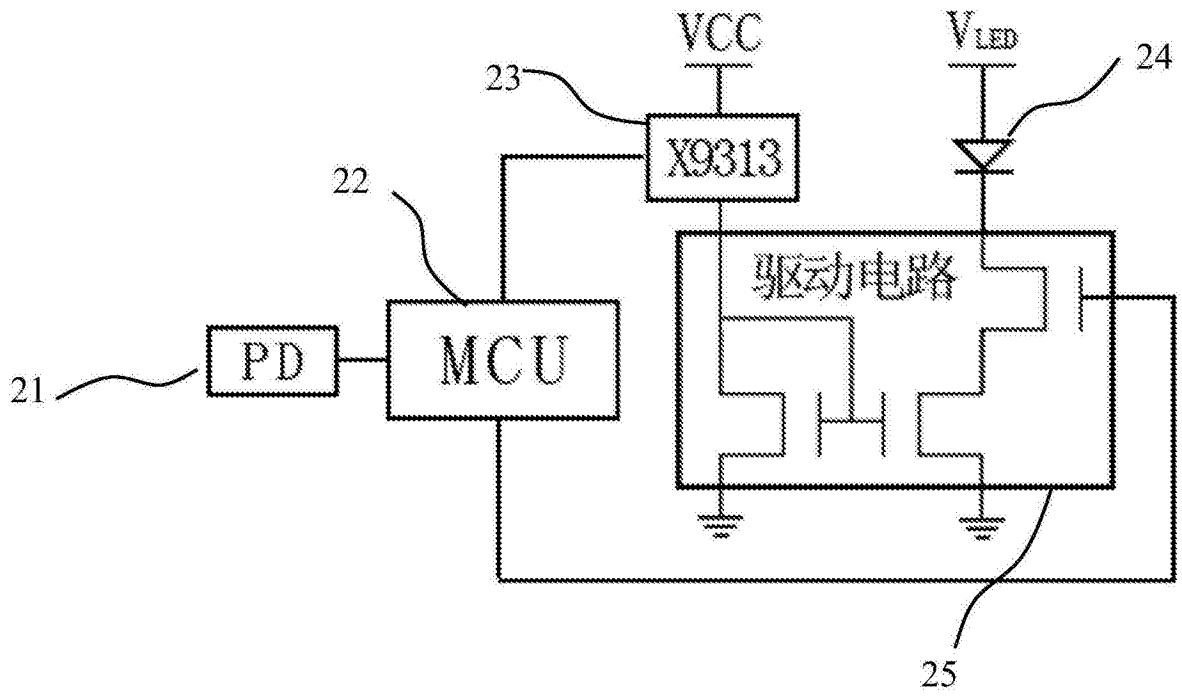


图3

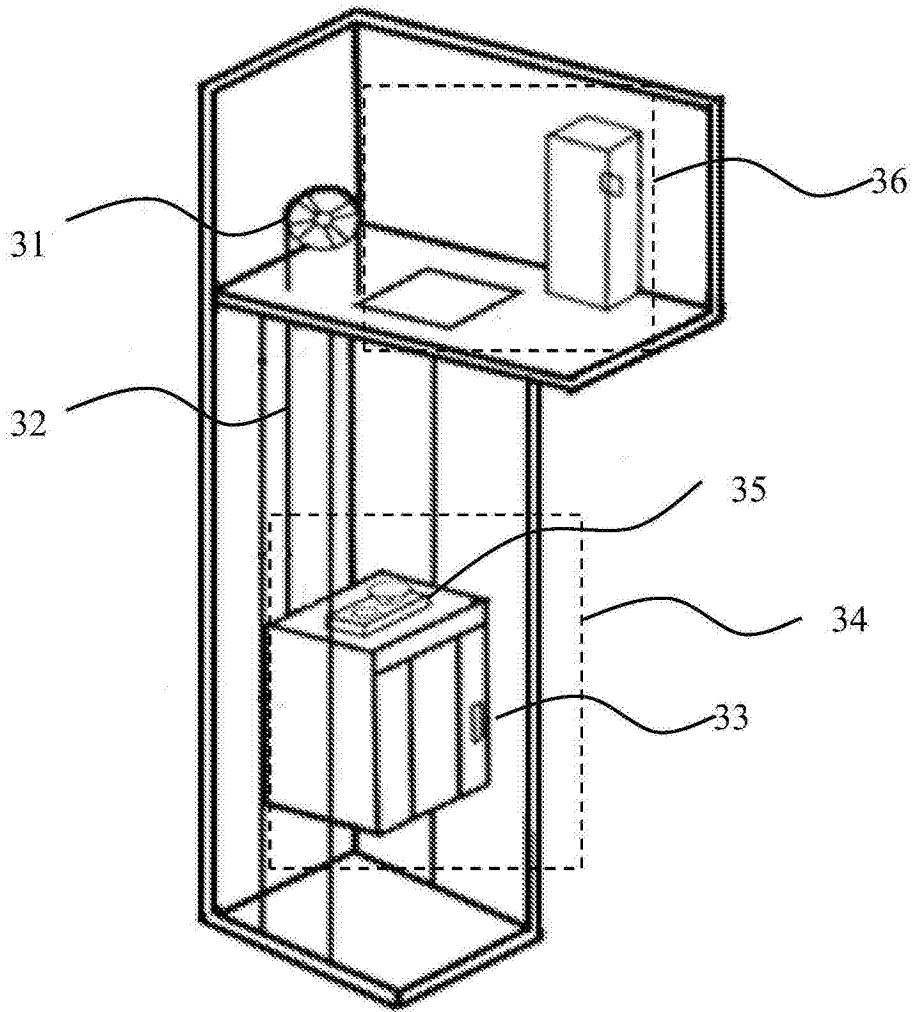


图4