



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208421237 U

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201820897041.9

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.06.11

(73)专利权人 深圳市镭神智能系统有限公司

地址 518105 广东省深圳市宝安区松岗街道潭头社区芙蓉路9号A栋801

(72)发明人 胡小波 钟云飞 许军立 郑俊波
刘颖 李雄 张无忌

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.

G01S 17/10(2006.01)

G01S 7/484(2006.01)

G01S 7/486(2006.01)

G01S 7/481(2006.01)

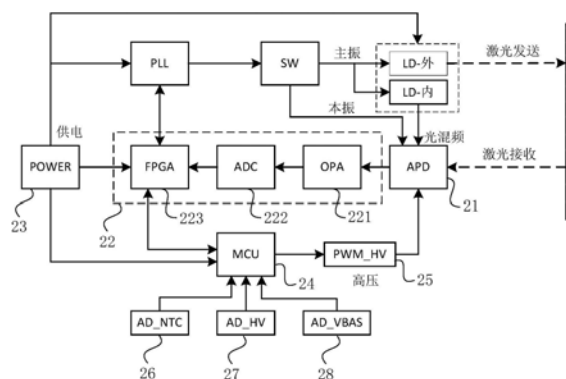
权利要求书2页 说明书15页 附图8页

(54)实用新型名称

光发射单元、光信号检测模块、光学系统和激光雷达系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种光发射单元、光信号检测模块、光学系统和激光雷达系统。此光发射单元包括：光源子单元、高频调制子单元和差频子单元；光源子单元用于发出初始光束；高频调制子单元用于通过光混频技术对初始光束进行频率调制，发出至少两种不同频率的高频发射信号；差频子单元用于将任意两种不同频率的高频发射信号进行差频处理，发出至少一种低频发射信号；其中，至少一种高频发射信号和至少一种低频发射信号作为探测光信号，由光发射单元发出。本实用新型的技术方案，通过光混频技术和差频技术对光源子单元发出的初始光束进行调制，缩短了调制光束所用的时间，从而提高了探测光信号的发射速度，从而提高了激光雷达系统的探测速度。



1. 一种光发射单元,其特征在于,包括光源子单元、高频调制子单元和差频子单元;
所述光源子单元用于发出初始光束;

所述高频调制子单元用于通过光混频技术对所述初始光束进行频率调制,发出至少两种不同频率的高频发射信号;

所述差频子单元用于将任意两种不同频率的高频发射信号进行差频处理,发出至少一种低频发射信号;

其中,至少一种所述高频发射信号和至少一种所述低频发射信号作为探测光信号,由所述光发射单元发出。

2. 根据权利要求1所述的光发射单元,其特征在于,所述高频调制子单元包括频率合成器;

所述频率合成器用于通过直接数字频率合成技术将预设的至少两个不同的高频率值加载到所述光源子单元发出的初始光束上,以形成至少两种不同频率的高频发射信号。

3. 根据权利要求1所述的光发射单元,其特征在于,所述光源子单元包括低功率连续激光二极管。

4. 根据权利要求3所述的光发射单元,其特征在于,所述光源子单元还包括准直透镜,所述低功率连续激光二极管与所述准直透镜沿光束的传播方向依次排列;

所述准直透镜用于对所述低功率连续激光二极管发出的初始光束进行准直。

5. 一种光信号检测模块,其特征在于,包括接收单元和信号处理单元,所述接收单元与所述信号处理单元电连接;

所述接收单元用于接收被目标物体反射的高频回波信号,并将所述高频回波信号转换为高频电信号,又将所述高频电信号与本振信号进行混频,得到差频测量信号;

所述信号处理单元用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将所述差频信号与基准信号进行比较得到相位差,进而通过所述相位差获取所述目标物体的距离值。

6. 根据权利要求5所述的光信号检测模块,其特征在于,所述接收单元包括光电探测器;

所述光电探测器用于将所述高频回波信号由高频光信号转换为所述高频电信号,并将所述高频电信号与本振信号进行混频,得到所述差频测量信号。

7. 根据权利要求6所述的光信号检测模块,其特征在于,所述接收单元还包括接收透镜和滤光片,所述接收透镜、所述滤光片和所述光电探测器沿光束的传播方向依次排列;

所述接收透镜用于将所述回波信号聚焦到所述光电探测器;

所述滤光片用于通过所述回波信号,滤除其他波长的干扰信号。

8. 根据权利要求5所述的光信号检测模块,其特征在于,所述信号处理单元包括微弱信号的高速运算放大器、高速模数转换器和现场可编程门阵列;

所述微弱信号的高速运算放大器的输入端与所述接收单元电连接,所述微弱信号的高速运算放大器的输出端与所述高速模数转换器的输入端电连接,所述高速模数转换器的输出端与所述现场可编程门阵列电连接;

所述微弱信号的高速运算放大器用于通过数字式平均法和相关检测法将所述接收单元传输的信号放大;

所述高速模数转换器用于将经所述微弱信号的高速运算放大器放大后的信号由模拟

量信号转换为数字量信号；

所述现场可编程门阵列用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将所述数字量信号与基准数字信号进行比较得到相位差，进而通过所述相位差获取所述目标物体的距离值。

9. 根据权利要求8所述的光信号检测模块，其特征在于，还包括供电单元、微处理器单元和反馈调节单元；

所述信号处理单元的受电端和所述微处理器单元的受电端分别与所述供电单元电连接，所述微处理器单元的第一控制端与所述信号处理单元电连接，所述微处理器单元的第二控制端通过所述反馈调节单元与所述接收单元电连接；

所述供电单元用于向所述信号处理单元和所述微处理器单元供电；

所述微处理器单元用于对所述光信号检测模块中的低频电信号进行控制处理，还用于通过所述反馈调节单元对施加到所述接收单元的电压进行调节，以使所述接收单元接收强度不同的所述回波信号。

10. 根据权利要求9所述的光信号检测模块，其特征在于，还包括温度探测单元、高压探测单元和标准电压探测单元，所述温度探测单元的输出端、所述高压探测单元的输出端和所述标准电压探测单元的输出端分别与所述微处理器单元的输入端电连接；

所述温度探测单元用于探测所述接收单元的温度值，所述高压探测单元用于探测所述接收单元的高压值，所述标准电压探测单元用于探测所述接收单元的标准电压值；

所述微处理器单元还用于根据所述温度值、所述高压值或所述标准电压值对所述反馈调节单元的输出的电压进行调节。

11. 一种光学系统，其特征在于，包括权利要求1-4任一项所述的光发射单元，也包括权利要求5-7任一项所述的光信号检测模块中的接收单元。

12. 根据权利要求11所述的光学系统，其特征在于，所述光发射单元与所述接收单元之间的光路布局包括：同轴系统、双发射单收系统、单发射单收系统或双发射双收系统。

13. 一种激光雷达系统，其特征在于，包括权利要求1-4任一项所述的光发射单元，也包括权利要求5-10任一项所述的光信号检测模块。

14. 根据权利要求13所述的激光雷达系统，其特征在于，还包括角度探测单元，所述角度探测单元与所述信号处理单元电连接；

所述角度探测单元用于探测所述激光雷达系统旋转的角度值；

所述信号处理单元还用于将所述距离值的变化量与所述角度值的变化量相关联。

15. 根据权利要求14所述的激光雷达系统，其特征在于，所述激光雷达系统旋转的传动方式包括：有刷电机/滑环供电、有刷电机、无刷电机或无线供电。

16. 根据权利要求14所述的激光雷达系统，其特征在于，还包括通信单元；

所述通信单元与所述信号处理单元电连接；

所述通信单元用于将所述信号处理单元得到的所述距离值、所述角度值以及所述距离值的变化量与所述角度值的变化量的关联关系中的至少一种传输给一信号接收单元。

17. 根据权利要求16所述的激光雷达系统，其特征在于，所述通信单元的通信方式可包括：光通信、蓝牙通信或WIFI通信。

光发射单元、光信号检测模块、光学系统和激光雷达系统

技术领域

[0001] 本实用新型实施例涉及激光测距技术领域,尤其涉及一种光发射单元、光信号检测模块、光学系统和激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达系统,是以发射激光束(探测光信号)探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。激光雷达系统可探测目标物体的有关信息,如目标物体的方位、距离、高度、速度、姿态、甚至形状等参数,从而对目标物体进行探测、跟踪和识别。激光雷达系统是汽车自动驾驶、机器人定位导航、空间环境测绘和安保安防等领域必不可少的核心传感器。在实际应用中,按照原理不同,激光雷达系统可分为:三角法激光雷达系统,基于时间飞行的脉冲法激光雷达系统,相位法激光雷达系统。其中,相位法激光雷达系统是通过将一定频率的正弦调制信号加载到激光器上,利用发射信号(探测光信号)和接收信号(回波信号)之间的相位差所含有的距离信息来实现对被测目标物体的距离的测量。

[0003] 但是,目前利用电学元件对发射信号的频率进行调制,发射信号的调制速度慢,电磁干扰严重,导致现有相位法激光雷达系统探测速度较慢。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提供一种光发射单元、光信号检测模块、光学系统和激光雷达系统,提高探测光信号的发射速度,以提高激光雷达系统的探测速度。

[0005] 第一方面,本实用新型实施例提出一种光发射单元,该光发射单元包括:光源子单元、高频调制子单元和差频子单元;

[0006] 所述光源子单元用于发出初始光束;

[0007] 所述高频调制子单元用于通过光混频技术对所述初始光束进行频率调制,发出至少两种不同频率的高频发射信号;

[0008] 所述差频子单元用于将任意两种不同频率的高频发射信号进行差频处理,发出至少一种低频发射信号;

[0009] 其中,至少一种所述高频发射信号和至少一种所述低频发射信号作为探测光信号,由所述光发射单元发出。

[0010] 进一步地,所述高频调制子单元包括频率合成器;

[0011] 所述频率合成器用于通过直接数字频率合成技术将预设的至少两个不同的高频率值加载到所述光源子单元发出的初始光束上,以形成至少两种不同频率的高频发射信号。

[0012] 进一步地,所述光源子单元包括低功率连续激光二极管。

[0013] 进一步地,所述光源子单元还包括准直透镜,所述低功率连续激光二极管与所述准直透镜沿光束的传播方向依次排列;

[0014] 所述准直透镜用于对所述低功率连续激光二极管发出的初始光束进行准直。

[0015] 第二方面,本实用新型实施例提供一种光信号检测模块,该光信号检测模块包括:接收单元和信号处理单元,所述接收单元与所述信号处理单元电连接;

[0016] 所述接收单元用于接收被目标物体反射的高频回波信号,并将所述高频回波信号转换为高频电信号,又将所述高频电信号与本振信号进行混频,得到差频测量信号;

[0017] 所述信号处理单元用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将所述差频信号与基准信号进行比较得到相位差,进而通过所述相位差获取所述目标物体的距离值。

[0018] 进一步地,所述接收单元包括光电探测器;

[0019] 所述光电探测器用于将所述高频回波信号由高频光信号转换为所述高频电信号,并将所述高频电信号与本振信号进行混频,得到所述差频测量信号。

[0020] 进一步地,所述接收单元还包括接收透镜和滤光片,所述接收透镜、所述滤光片和所述光电探测器沿光束的传播方向依次排列;

[0021] 所述接收透镜用于将所述回波信号聚焦到所述光电探测器;

[0022] 所述滤光片用于通过所述回波信号,滤除其他波长的干扰信号。

[0023] 进一步地,所述信号处理单元包括微弱信号的高速运算放大器、高速模数转换器和现场可编程门阵列;

[0024] 所述微弱信号的高速运算放大器的输入端与所述接收单元电连接,所述微弱信号的高速运算放大器的输出端与所述高速模数转换器的输入端电连接,所述高速模数转换器的输出端与所述现场可编程门阵列电连接;

[0025] 所述微弱信号的高速运算放大器用于通过数字式平均法和相关检测法将所述接收单元传输的信号放大;

[0026] 所述高速模数转换器用于将经所述微弱信号的高速运算放大器放大后的信号由模拟量信号转换为数字量信号;

[0027] 所述现场可编程门阵列用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将所述数字量信号与基准数字信号进行比较得到相位差,进而通过所述相位差获取所述目标物体的距离值。

[0028] 进一步地,该光信号检测模块还包括供电单元、微处理器单元和反馈调节单元;

[0029] 所述信号处理单元的受电端和所述微处理器单元的受电端分别与所述供电单元电连接,所述微处理器单元的第一控制端与所述信号处理单元电连接,所述微处理器单元的第二控制端通过所述反馈调节单元与所述接收单元电连接;

[0030] 所述供电单元用于向所述信号处理单元和所述微处理器单元供电;

[0031] 所述微处理器单元用于对所述光信号检测模块中的低频电信号进行控制处理,还用于通过所述反馈调节单元对施加到所述接收单元的电压进行调节,以使所述接收单元接收强度不同的所述回波信号。

[0032] 进一步地,该光信号检测模块还包括温度探测单元、高压探测单元和标准电压探测单元,所述温度探测单元的输出端、所述高压探测单元的输出端和所述标准电压探测单元的输出端分别与所述微处理器单元的输入端电连接;

[0033] 所述温度探测单元用于探测所述接收单元的温度值,所述高压探测单元用于探测所述接收单元的高压值,所述标准电压探测单元用于探测所述接收单元的标准电压值;

[0034] 所述微处理器单元还用于根据所述温度值、所述高压值或所述标准电压值对所述

反馈调节单元的输出的电压进行调节。

[0035] 第三方面,本实用新型实施例提供了一种光学系统,该光学系统包括第一方面提供的光发射单元,也包括第二方面提供的光信号检测模块中的接收单元。

[0036] 进一步地,所述光发射单元与所述接收单元之间的光路布局包括:同轴系统、双发射单收系统、单发射单收系统或双发射双收系统。

[0037] 第四方面,本实用新型实施例还提供了一种激光雷达系统,该激光雷达系统包括第一方面提供的光发射单元,也包括第二方面提供的光信号检测模块。

[0038] 进一步地,该激光雷达系统还包括角度探测单元,所述角度探测单元与所述信号处理单元电连接;

[0039] 所述角度探测单元用于探测所述激光雷达系统旋转的角度值;

[0040] 所述信号处理单元还用于将所述距离值的变化量与所述角度值的变化量相关联。

[0041] 进一步地,所述激光雷达系统旋转的传动方式包括:有刷电机/滑环供电、有刷电机、无刷电机或无线供电。

[0042] 进一步地,该激光雷达系统还包括通信单元;

[0043] 所述通信单元与所述信号处理单元电连接;

[0044] 所述通信单元用于将所述信号处理单元得到的所述距离值、所述角度值以及所述距离值的变化量与所述角度值的变化量的关联关系中的至少一种传输给一信号接收单元。

[0045] 进一步地,所述通信单元的通信方式可包括:光通信、蓝牙通信或WIFI通信。

[0046] 本实用新型实施例提供了一种光发射单元,通过设置光源子单元用于发出初始光束,高频调制子单元用于通过光混频技术对初始光束进行调制,发出至少两种不同频率的高频发射信号,差频子单元用于将任意两种不同频率的高频发射信号进行差频处理,发出至少一种低频发射信号;其中,至少一种高频发射信号和至少一种低频发射信号作为探测光信号,由光发射单元发出。由此,通过光混频技术和差频技术对光源子单元发出的初始光束进行调制,缩短了调制光束所用的时间,从而提高了探测光信号的发射速度,从而提高了激光雷达系统的探测速度。解决了目前利用电学元件对光束进行调制导致的探测光信号发射速度慢,从而激光雷达系统的探测速度较慢的问题。

附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0048] 图1是本实用新型实施例提供的一种光发射单元的结构示意图;

[0049] 图2是本实用新型实施例提供的一种频率合成器的工作原理示意图;

[0050] 图3是本实用新型实施例提供的另一种光发射单元的结构示意图;

[0051] 图4是本实用新型实施例提供的一种光发射单元和光信号检测模块的结构示意图;

[0052] 图5是本实用新型实施例提供的一种数字鉴相技术的流程示意图;

[0053] 图6是本实用新型实施例提供的一种收发信号的光学原理图;

- [0054] 图7是本实用新型实施例提供的一种光发射单元和光信号检测模块的电路结构示意图；
- [0055] 图8是本实用新型实施例提供的一种同轴光学系统；
- [0056] 图9是本实用新型实施例提供的一种双发射单收光学系统；
- [0057] 图10是本实用新型实施例提供的一种双发射双收光学系统；
- [0058] 图11是本实用新型实施例提供的一种单发射单收光学系统；
- [0059] 图12是本实用新型实施例提供的一种电机皮带传动、滑环供电的激光雷达系统的剖面结构示意图；
- [0060] 图13是本实用新型实施例提供的一种电磁感应供电、无线通信的激光雷达系统的剖面结构示意图；
- [0061] 图14是本实用新型实施例提供的一种无线供电、光通信系统的激光雷达系统的剖面结构示意图；
- [0062] 图15是本实用新型实施例提供的一种激光雷达系统的工作流程示意图；
- [0063] 图16是本实用新型实施例提供的一种激光雷达系统的算法流程示意图。

具体实施方式

[0064] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本实用新型,而非对本实用新型的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本实用新型相关的部分而非全部结构。

[0065] 本实用新型实施例提供的光发射单元和光信号检测单元可应用于激光雷达系统,下文中将结合其应用场景对光发射单元和光信号检测单元进行说明。

[0066] 图1是本实用新型实施例提供的一种光发射单元的结构示意图。参见图 1,该光发射单元包括:光源子单元10、高频调制子单元11和差频子单元12;光源子单元10用于发出初始光束;高频调制子单元11用于通过光混频技术对初始光束进行频率调制,发出至少两种不同频率的高频发射信号 $f_{g1} \sim f_{gm}$ (其中, m 为大于或等于2的整数);差频子单元12用于将任意两种不同频率的高频发射信号进行差频处理,发出至少一种低频发射信号 f_{di} (其中, i 为大于或等于1的整数);其中,至少一种高频发射信号 f_{gj} (其中, $1 \leq j \leq m$)和至少一种低频发射信号 f_{di} 作为探测光信号,由光发射单元发出。

[0067] 其中,光源子单元10可以包括激光器,用于发出准直性较好、能量集中的激光光束。示例性的,激光器可为半导体激光器、光纤激光器、气体激光器或固体激光器。

[0068] 示例性的,高频调制子单元11对初始光束进行调制得到的高频发射信号的频率可分别为 $f_{g1}=194\text{MHz}$ 、 $f_{g2}=190\text{MHz}$ 、 $f_{g3}=185\text{MHz}$ 和 $f_{g4}=179\text{MHz}$,差频子单元12对 f_{g1} 、 f_{g2} 、 f_{g3} 和 f_{g4} 中的任意两个信号进行差频处理,得到的低频发射信号可分别为 $f_{d1}=4\text{MHz}$ 、 $f_{d2}=5\text{MHz}$ 、 $f_{d3}=6\text{MHz}$ 、 $f_{d4}=9\text{MHz}$ 、 $f_{d5}=11\text{MHz}$ 和 $f_{d6}=15\text{MHz}$,此时, m 的取值为4, i 的取值最大为6。由光发射单元发出的探测光信号包括上述4种高频发射信号中的至少一种和上述6种低频发射信号中的至少一种。

[0069] 示例性的,探测光信号可包括194MHz的高频发射信号和4MHz的低频发射信号;或者,探测光信号可包括194MHz和185MHz的高频发射信号,以及4MHz 和15MHz的低频发射信号。

[0070] 需要说明的是,上述高频发射信号和低频发射信号的具体频率值仅为示例性的说明,而并非限定;同时,上述探测光信号对频率值的选取也仅为示例性的说明,而非限定。在其他实施方式中,高频发射信号和低频发射信号的频率值以及探测光信号对频率值的选取可根据激光雷达系统对光发射单元的实际需求设定。

[0071] 本实用新型实施例提供的光发射单元,通过高频调制子单元11通过光混频技术对初始光束进行调制,相较于现有技术中利用电学元件对初始光束进行调制而言,调制速度快,且高频发射信号的频率较高,将其应用于激光雷达系统时,可提高激光雷达系统的探测精度。差频子单元12通过差频处理得到低频发射信号,相对于直接对初始光束进行调制得到差频发射信号而言,不需要再按照完整的调制过程调至一个新的低频发射信号,从而节省了配置时间,从而低频发射信号的速度也较快。因此,本实用新型实施例提供的光发射单元加快了探测光信号的调制速度,从而提高了探测光信号的发射速度,由此提高了激光雷达系统的探测速度。

[0072] 同时,该光发射单元发出至少一种高频发射信号和至少一种低频发射信号作为探测光信号,即发出至少两种频率不同的发射信号作为探测光信号(也称为多测尺测量技术,每一种频率的探测光信号对应一把测尺,其中,高频发射信号对应精尺,低频发射信号对应粗尺,还包括中频发射信号对应的中尺)。其中,探测光信号的频率越高,激光雷达系统的探测精度越高,探测光信号的频率越低,激光雷达系统可探测的距离越远。因此,本实施例提供的光发射单元,利用高频发射信号保证激光雷达系统的探测精度、利用低频发射信号保证激光雷达系统的探测范围,将高频发射信号与低频发射信号探测的结果进行数据融合,即可得到较大量程及较高精度的距离值。同时,此激光雷达系统也具有利用传统的多测尺测量技术进行测量时,可以在整个系统中忽略频移的影响,从而具有的稳定性较高、可探测距离较远以及精度较高的特点。

[0073] 此外,利用光混频技术获得高频发射信号,利用差频技术获得低频发射信号,避免了利用电学元件对光束进行调制时,探测光信号容易受电磁信号干扰的问题。因此,探测光信号的稳定性较高。

[0074] 可选的,高频调制子单元11包括频率合成器;频率合成器用于通过直接数字频率合成技术将预设的至少两个不同的高频率值加载到光源子单元发出的初始光束上,以形成至少两种不同频率的高频发射信号。

[0075] 其中,直接数字频率合成技术(Direct Digital Frequency Synthesis, 简称DDS或DDFS)被称为第三代频率合成技术,是指产生系列数字信号并经数模转换器转换为模拟信号的技术,即从“相位”的概念出发直接合成所需要的波形的一种新的频率合成技术。

[0076] 示例性的,图2是本实用新型实施例提供的一种频率合成器的工作原理示意图,示出了直接数字频率合成技术的基本原理。参照图2,频率合成器包括相位累加器111、正弦查询表112、数模转换器(Digital to analog converter, DAC) 113和低通滤波器(low pass filter, LTP) 114,同时,时钟信号 f_c 分别输入到相位累加器111和正弦查询表112,频率控制字K输入到相位累加器111。下面结合数字频率合成器的各组成部分对直接数字频率合成技术的基本原理进行示例性说明。

[0077] 其中,相位累加器111是DDS系统的核心。相位累加器111由一个N比特的二进制加法器和一个由时钟信号 f_c 取样的N比特寄存器构成,作用是对频率控制字K(十进制)进行线

性累加。相位累加器111用于实现相位的累加并存储其累加结果。当相位累加器111累加满量时就会产生一次溢出,完成一个周期的动作,这个周期就是DDS系统合成信号的一个频率周期,相位累加器111 的溢出频率就是输出的信号频率。

[0078] 正弦查询表112是一个可编程只读存储器,存储的是以相位为地址的一个周期正弦信号的采样编码值,包含一个周期正弦波的数字幅度信息,每个地址对应于正弦波中 $0 \sim 2\pi$ 范围的一个相位点($0 \sim 2\pi$ 的相位被等分为M份)。在每一个时钟周期内,相位累加器输出序列对其进行寻址,最后输出为与该相位对应的二进制正弦幅值序列。

[0079] 数模转换器113的作用是将数字信号转换为模拟信号,具体的,将上述正弦幅值序列转换为正弦波。并且,数模转换器113的分辨率越高,输出的正弦波的连续性越好;当数模转换器113的分辨率较低时,输出的正弦波为梯形波形,此梯形波形经过低通滤波器114(低通滤波器也可以为带通滤波器)滤波后,称为质量(这里主要指波形的连续性)符合需要的模拟波形 f_{out} 。

[0080] 其中,通过改变时钟信号 f_c 、相位累加器111的位数N或者正弦查询表112 的位数M可改变输出的模拟波形 f_{out} 的频率。

[0081] 上述数字频率直接合成技术不仅可以产生不同频率的正弦波,而且可以控制波形的初始相位,还可以产生任意波形。同时,数字频率直接合成技术与传统的锁相频率合成技术(PLL)相比,还具有输出频率相对带宽较宽、频率转换时间短、频率分辨率较高、相位变化连续,输出波形灵活、速度快、稳定性高、漂移低的特点。此外,数字频率直接合成技术中几乎所有的部件都是数字电路,因此,具有易于集成、功耗低、体积小、重量轻、可靠性高、易控制、使用灵活的优点。

[0082] 可选的,光源子单元包括低功率连续激光二极管。

[0083] 其中,光源子单元的功率较低,一方面可避免光源子单元产生较多的热量,对光发射单元中以及周边电路中的电学元件的性能的影响;另一方面可降低成本。

[0084] 可选的,图3是本实用新型实施例提供的另一种光发射单元的结构示意图。参照图3,该光源子单元10还包括准直透镜102,低功率连续激光二极管 101与准直透镜102沿光束的传播方向依次排列;准直透镜102用于对低功率连续激光二极管101发出的初始光束进行准直。

[0085] 其中,经准直透镜102准直后的光束能量更集中,其对应的探测光信号可照射到更远的目标物体上,应用到激光雷达系统中,可实现更远距离的探测,从而增加扫描的范围,是激光雷达系统的应用更为广泛。

[0086] 需要说明的是,图3中仅示例性的示出了光源子单元10包括准直透镜102。在其他实施方式中,还可以在光束传播路径中的任意两个光学元件之间设置准直透镜102,以减小光束的发散角度,从而增强有效传播的信号强度,即增加可被利用的信号强度,从而提高信噪比。

[0087] 上述实施方式提供的光发射单元发出探测光信号,此探测光信号被目标物体反射,形成与目标物体的距离远近相关的回波信号。本实用新型实施例还提供了一种用于检测回波信号的光信号检测模块。

[0088] 图4是本实用新型实施例提供的一种光发射单元和光信号检测模块的结构示意图,基于差频鉴相技术原理对回波信号进行检测。参照图4,光信号检测模块包括:接收单元

21和信号处理单元22,接收单元21与信号处理单元22 电连接;接收单元21用于接收被目标物体反射的高频回波信号,并将高频回波信号转换为高频电信号,又将高频电信号与本振信号进行混频,得到差频测量信号;信号处理单元22用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将差频信号与基准信号进行比较得到相位差,进而通过相位差获取目标物体的距离值。

[0089] 其中,差频测量信号与高频回波信号的相位相差是本振信号的相位,主振信号与基准信号的相位差也是本振信号的相位,由此差频测量信号与基准信号的相位差等于高频回波信号与主振信号的相位差,即由于相位信息保持不变,可将高频信号(示例性的,高频信号可为频率为百MHz的信号)转换为低频信号(示例性的,低频信号可为频率为MHz的信号)处理,利用低频信号进行相位检测,降低了对模数转换芯片的要求,即减小了后级处理电路的带宽,由于带宽越窄,鉴相精度越高,因此有利于提高鉴相精度,即提高光信号检测模块对高频回波信号的处理精度。另一方面,由于频率周期的倒数关系,差频鉴相技术降低了待测信号的频率,从而展宽了待测信号的周期,同时由于低频信号处理技术相较于高频信号处理技术更成熟,所以将高频信号转换为低频信号处理,可提高测相分辨率,从而提高鉴相精度。

[0090] 示例性的,图4示出的光信号发出与检测的完整过程为:由高频信号源产生的主振信号($\omega t + \varphi_1$)与本振信号($\omega_c t + \varphi_2$),二者均为高频信号,但其相位不同、频率也不同,且差频为低频信号。主振信号($\omega t + \varphi_1$)由发射模块(也可称为光发射单元)发出,此信号传播到目标物体表面,被目标物体反射,形成高频回波信号($\omega t + \varphi_1 + \Delta\varphi$)。此高频回波信号($\omega t + \varphi_1 + \Delta\varphi$)与主振信号($\omega t + \varphi_1$)频率相同,相位发生变化,且相位的变化量与目标物体的距离相关。此高频回波信号($\omega t + \varphi_1 + \Delta\varphi$)被接收模块接收,并与本振信号($\omega_c t + \varphi_2$)进行混频,再经过低通滤波器LPF后,产生低频的差频测量信号($(\omega + \omega_c)t + \varphi_1 - \varphi_2 + \Delta\varphi$)。产生基准信号的信号处理路径为:主振信号($\omega t + \varphi_1$)与本振信号($\omega_c t + \varphi_2$)进行混频,然后经过低通滤波器LPF后,产生低频的基准信号($(\omega + \omega_c)t + \varphi_1 - \varphi_2$)。然后,信号处理单元22比较低频的差频测量信号($(\omega + \omega_c)t + \varphi_1 - \varphi_2 + \Delta\varphi$)与低频的基准信号($(\omega + \omega_c)t + \varphi_1 - \varphi_2$),产生相位差,其值与高频的主振信号($\omega t + \varphi_1$)与回波信号($\omega t + \varphi_1 + \Delta\varphi$)的相位差相同。由此,后续通过处理低频信号即可得到高频信号所携带的相位差信息,从而获得目标物体的距离值。

[0091] 其中,全相位快速傅里叶变换鉴相技术属于数字鉴相技术的一种。鉴相即鉴别出信号的相位。示例性的,图5是本实用新型实施例提供的一种数字鉴相技术的流程示意图。参照图5,该数字鉴相技术的流程包括:将待检测的模拟量信号 $x(t)$ 经过模数转换化为数字量信号 $x(n)$ (其中, n 为正整数),再经过相关算法得到相位信息。其中,鉴相算法的核心处理单元可为计算机或微处理器。上述数字鉴相技术不依赖于电路,整个鉴相过程完全数字化,避免了电路中存在的电磁干扰对鉴相结果的影响,因而具有很好的抗干扰能力,进而具有较高的鉴相精度。同时,运算速度快,体积小。将其应用于激光雷达系统中,可提高激光雷达系统的测量距离的速度和精度(也可称为分辨率)。

[0092] 此外,利用全相位快速傅里叶变换鉴相技术进行相位计算,避免了传统傅里叶变换存在的频谱泄露,进而提高了鉴相精度,从另一方面提高了激光雷达系统测距的精度。

[0093] 可选的,接收单元21包括光电探测器;光电探测器用于将高频回波信号由高频光信号转换为高频电信号,并将高频电信号与本振信号进行混频,得到差频测量信号。

[0094] 如此设置,利用光电探测器这一个元件可实现高频回波信号的接收、转换与混频三种功能,从而减少了光信号检测模块中元件的数量,简化了光信号检测模块的结构,缩小了光信号检测模块的体积。将其应用于激光雷达系统中,有利于激光雷达系统的小型化设计。

[0095] 需要说明的是,上述光电探测器仅为对接收单元的一种设计方式,而非限定。在其他实施方式中,还可以将上述接收、转换与混频的功能由两个或三个元件实现。此时,各元件实现的功能相对独立,当出现信号检测异常时,可快速进行排查,且更换元件的成本较低。

[0096] 可选的,图6是本实用新型实施例提供的一种收发信号的光学原理图。参照图6,接收单元21还包括接收透镜213和滤光片214,接收透镜213、滤光片214和光电探测器211沿光束的传播方向依次排列;接收透镜213用于将回波信号聚焦到光电探测器211;滤光片214用于通过回波信号,滤除其他波长的干扰信号。

[0097] 其中,由于被目标物体表面存在散射,由目标物体反射产生的回波信号通常会发散,通过接收透镜213将发散的的回波信号聚焦到光电探测器211,可增强被光电探测器接收的回波信号的强度。同时,在接收透镜213靠近光发射单元10一侧还包括附着在接收透镜213出光面一侧的近距离光路补偿镜2131,此近距离光路补偿镜2131用于将近距离的目标物体反射产生的回波信号聚焦之光电探测器211,从而减小非同轴系统带来的盲区。示例性的,应用于激光雷达系统中,其盲区可降低至20cm以下。

[0098] 滤光片214可滤除除回波信号之外的其他波长的干扰信号,即干扰信号不会被光电探测器211检测到,从而提高了光信号检测模块的信噪比。将其应用到激光雷达系统中,可增加系统在强光下的探测距离。

[0099] 可选的,图7是本实用新型实施例提供的一种光发射单元和光信号检测模块的电路结构示意图。参照图7,信号处理单元22包括微弱信号的高速运算放大器221、高速模数转换器222和现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA) 223;微弱信号的高速运算放大器221的输入端与接收单元21 电连接,微弱信号的高速运算放大器221的输出端与高速模数转换器222的输入端电连接,高速模数转换器222的输出端与现场可编程门阵列223电连接;微弱信号的高速运算放大器221用于通过数字式平均法和相关检测法将接收单元传输的信号放大;高速模数转换器222用于将经微弱信号的高速运算放大器 221放大后的信号由模拟量信号转换为数字量信号;现场可编程门阵列223用于通过全相位快速傅里叶变换鉴相技术将数字量信号与基准数字信号进行比较得到相位差,进而通过相位差获取目标物体的距离值。

[0100] 其中,高速模数转换器222用于快速采集信号,现场可编程门阵列223用于对高速模数转换器222采集的信号进行高速相位频率的计算(示例性的,FPGA 上可集成平滑滤波器子单元和260点的快速傅里叶变换子单元),由此,此信号处理单元22测量速度较快、抗干扰能力强、精度高。同时,现场可编程门阵列 223可舍弃不稳定的数据,只采集稳定的数据

进行处理,从而数据一致性好、数据稳定性高。

[0101] 其中,微弱信号的高速运算放大器221可将微弱信号放大,从而提高信号的信噪比,从而提高信号处理的准确性。

[0102] 示例性的,当探测光信号照射到黑色目标物体的表面时,光信号大部分被吸收,只有极少的光线被反射,因此,回波信号的强度非常小,此时,通过微弱信号的高速运算放大器221将此回波信号放大后并处理,可得到较准确的测量结果。

[0103] 示例性的,微弱信号的高速运算放大器221可采用多级放大电路,前级是电流模式信号与电压模式信号处理,后几级采用低噪声、高速、高精度信号放大处理。

[0104] 此外,信号处理单元22的制作可采用专业流片技术,从而使信号处理单元 22的集成度较高、面积较小、可靠性和稳定性较高,从而成本较低且易于实现微型化。同时,采用联合测试工作组(Joint Test Action Group, JTAP)的边界扫描测试技术,可减低测试成本、缩短测试时间,从而缩短产品的面世的时间。将其应用于激光雷达系统,可提高系统的稳定性和可靠性、缩短其面世时间、降低成本。

[0105] 可选的,继续参见图7,光信号检测模块还包括供电单元23、微处理器单元(Microcontroller Unit, MCU) 24和反馈调节单元25;信号处理单元22 的受电端和微处理器单元24的受电端分别与供电单元23电连接,微处理器单元24的第一控制端与信号处理单元22电连接,微处理器单元24的第二控制端通过反馈调节单元25与接收单元21电连接;供电单元23用于向信号处理单元 22和微处理器单元24供电;微处理器单元24用于对激光雷达系统中的低频电信号进行控制处理,还用于通过反馈调节单元25对施加到接收单元21的电压进行调节,以使接收单元21接收强度不同的回波信号。

[0106] 其中,供电单元23可将外部供电按照模块要求,转换为模块各组成部分所需要的电压并对其分别进行供电。并且,微处理器单元24可对控制单元23进行控制,实现光信号检测模块中各组成部分独立供电。

[0107] 其中,反馈调节单元25可通过脉冲宽度调制(Pulse Width Modulation, PWM)的方式调节施加到接收单元21的高压(High voltage, HV)的大小。

[0108] 示例性的,脉冲宽度调制高压过程中,占空比越大,电压值越高。

[0109] 可选的,继续参见图7,光信号检测模块还包括温度探测单元(AD_NTC) 26、高压探测单元(AD_HV) 27和标准电压探测单元(AD_VBAS) 28,温度探测单元26的输出端、高压探测单元27的输出端和标准电压探测单元28的输出端分别与微处理器单元24的输入端电连接;温度探测单元26用于探测接收单元 21的温度值,高压探测单元27用于探测接收单元21的高压值,标准电压探测单元28用于探测接收单元21的标准电压值;微处理器单元24还用于根据温度值、高压值或标准电压值对反馈调节单元25的输出的电压进行调节。

[0110] 其中,为使光信号检测模块可适用于不同的环境,设计温度探测单元26、高压探测单元27以及标准电压探测单元28对接收单元21的使用环境进行监测,并根据环境信息(包括温度值、高压值以及标准电压值)对施加到接收单元21的电压值进行调节。

[0111] 示例性的,根据温度对接收单元21的影响,通过电压差值补偿温度变化对接收单元21接收到的回波信号的变化。示例性的,根据目标物体的表面发射产生的回波信号的强弱不同,通过电压差补偿回波信号强度变化对接收单元21接收到的回波信号的变化。从而,使得光信号检测模块可适用于多种不同的环境。

[0112] 其中,图7还示出了光发射单元。所述光发射单元采用恒流恒压恒功率驱动电路(图7中未示出)为光源子单元(示例性的可为激光管)提供稳定的供电系统,同时,通过光源子单元自身电压反馈,稳定光源子单元的工作点。并且通过光混频技术将高频信号调制到光源子单元发出的光束中,在通过差频处理得到探测光信号。

[0113] 其中,图7中通过高速开关(SW)切换,从而大大提高了全相位傅里叶变换的时间以及频率切换的时间。将其应用于激光雷达系统,可有效提高测量精度。

[0114] 基于上述实施方式提供的光发射单元和光信号检测模块中的接收单元,本实用新型实施例还提供了一种光学系统,该光学系统包括上述实施方式中任一种用于发出探测光信号的光发射单元,也包括上述实施方式中任一种用于接收回波信号的光信号检测模块中的接收单元。因此,本实用新型实施例提供的光学系统具有上述光发射单元的有益效果,也具有上述光信号检测模块中的接收单元的有益效果,在此不再赘述。

[0115] 可选的,光发射单元与接收单元之间的光路布局包括:同轴系统、双发射单收系统、单发射单收系统或双发射双收系统。

[0116] 其中,同轴系统和单发射单接收系统均可利用相对较少的元件,从而成本较低;同时,结构紧凑,从而提交较小。双发射单接收系统和双发射双接收系统中基准光束与探测光束(探测光信号对应的光束)不交叠,光信号稳定性较高。

[0117] 示例性的,图8是本实用新型实施例提供的一种同轴光学系统。参照图8,光发射单元31发出的探测光信号经过依次经过反射镜34中间的小孔34Q和透镜33的中间部分照射到目标物体32的表面,被目标物体32反射,形成回波信号。该回波信号经透镜33聚焦,再经过反射镜34反射后在光电探测器35的表面聚焦,被光电探测器35接收。

[0118] 需要说明的是,虽然有少量的回波信号会穿过反射镜34中间的小孔34Q到达光发射单元31一侧,但是由于回波信号的强度相对于探测光信号的强度而言极小,因此,回波信号对探测光信号的影响可忽略。

[0119] 示例性的,图9是本实用新型实施例提供的一种双发射单收光学系统。参照图9,外光源311发出的探测光信号照射到目标物体32的表面,被目标物体32反射,形成回波信号。该回波信号经透镜33聚焦至光电探测器35的表面,被光电探测器35接收。内光源312发出的光信号也照射到光电探测器35的表面,被光电探测器35接收。

[0120] 需要说明的是,外光源311和内光源312可包括于同一个光发射单元中。外光源311发出的光信号的频率(示例性的为194MHz)与内光源312发出的光信号的频率(示例性的为190MHz)相近但不相同,从而实现差频鉴相。

[0121] 示例性的,图10是本实用新型实施例提供的一种双发射双收光学系统。参照图10,外光源311发出的探测光信号照射到目标物体32的表面,被目标物体32反射,形成回波信号。该回波信号经透镜33聚焦至第一光电探测器351的表面,被第一光电探测器351接收。内光源312发出的光信号直接照射到第二光电探测器352的表面,被第二光电探测器352接收。

[0122] 需要说明的是,外光源311和内光源312可参考图9的说明。第一光电探测器351和第二光电探测器352完全相同。从而,获得回波信号的光路和电路与获得参考信号(基准信号)的光路和电路各自独自,二者之间不相互影响,光信号更稳定的同时电信号的稳定性也较高。

[0123] 示例性的,图11是本实用新型实施例提供的一种单发射单收光学系统。参照图11,通过频率调制的电信号控制光发射单元31发出探测光信号,探测光信号照射到目标物体32的表面,被目标物体反射,形成回波信号。该回波信号经透镜33聚焦至光电探测器35的表面,被光电探测器35接收。同时光电探测器35接收被频率调制的电信号。由此,省略了将调制的电信号转换为参考光信号后在转换为参考电信号的过程,从而节省了信号处理的时间,提高了信号处理的速度。

[0124] 此外,本实用新型实施例还提供了一种激光雷达系统,该激光雷达系统包括上述实施方式提供的任一种光发射单元,也包括上述实施方式提供的任一种光信号检测单元。因此,本实用新型实施例提供的激光雷达系统具有上述光发射单元的有益效果,也具有上述光信号检测模块中的接收单元的有益效果,即可实现探测光信号的快速发射,同时可实现回波信号的快速检测,从而,可提高激光雷达系统的测距速度,同时提高其测量精度。此处未详尽示出的有益效果可参见上述光发射单元与光信号检测单元的内容,在此不再赘述。

[0125] 可选的,本实用新型实施例提供的激光雷达系统还可以采用集中的间接测尺技术,即由光发射单元发出的探测光信号的频率相对集中。示例性的,探测光信号可为高频发射信号(示例性的,信号频率可为194MHz),其中,最高频率的探测光信号对应精度最高的测尺,用于保证激光雷达系统的测量精度;同时增加较低频率的高频发射信号(示例性的,信号频率可为190MHz),作为辅助测尺,利用高频测尺与辅助测尺之差频作为扩展量程的相当测尺频率(示例性的,信号频率为4MHz)。一方面,在保证高精度大量程的同时减少了低频测尺的配置时间,因此提高了探测光信号的发出的速度,从而提高了激光雷达系统的探测速度。另一方面,由于探测光信号的频率比较集中,从而可采用相同的电路元件对相近频率的信号进行处理,从而无需针对高频信号和低频信号分别设计电路,因此电路设计难度较低,电路结构简单。

[0126] 可选的,该激光雷达系统还包括角度探测单元,角度探测单元与信号处理单元电连接;角度探测单元用于探测激光雷达系统旋转的角度值;信号处理单元还用于将距离值的变化量与角度值的变化量相关联。

[0127] 其中,光发射单元可在360度范围内转动,角度探测单元用于探测光发射单元转动的角度,从而激光雷达系统可以实现0.01m-100m范围内水平360度的二维扫描探测,从而得到周围环境的二维位置信息。其中,激光雷达系统的扫描频率为3Hz-10Hz,示例性的可理解为光发射单元每秒内可实现360度旋转3次-10次;若其中的光学系统为同轴系统,则光信号检测模块与光发射单元同步旋转。激光雷达系统的探测频率为8kHz-20kHz,即每秒内可探测8k-20k个距离值。激光雷达系统的角分辨率为 0.18° - 1° ,即角度探测单元可分辨的最小的角度值为 0.18° - 1° 。同时,激光雷达系统的探测精度可高达毫米级,从而此激光雷达系统可广泛应用于激光扫描系统、监控系统、空间测绘(空间建模)、防撞、机器人、环境探测以及军事侦察等领域。通常,相位法激光测距较少应用于激光雷达系统,其主要原因是激光雷达系统对扫描频率和探测频率的要求较高,现有的相位法激光测距技术较难达到。本实用新型实施例提供的激光雷达系统解决了现有的相位法激光测距技术中,由于扫描频率和探测频率较低而无法适用于激光雷达系统的问题。

[0128] 可选的,激光雷达系统旋转的传动方式包括:有刷电机/滑环供电、有刷电机、无刷

电机或无线供电。

[0129] 其中,利用滑环供电方式成本较低,但滑环寿命较短,因此导致激光雷达系统的寿命较短。采用无线供电的方式,可使激光雷达系统的寿命较长。采用有刷电机,成本低,结构较简单,启动转矩大。采用无刷电机,可使激光雷达系统的结构更紧凑。

[0130] 可选的,该激光雷达系统还包括通信单元;通信单元与信号处理单元电连接;通信单元用于将信号处理单元得到的距离值、角度值以及距离值的变化量与角度值的变化量的关联关系中的至少一种传输给一信号接收单元。

[0131] 其中,信号接收单元可为光发射单元,光发射单元通过接收到的上述信息对发出的探测光信号的强度进行调节,以适用于不同的探测环境。

[0132] 可选的,信号接收单元还可为总控单元,该总控单元用于对探测到的数据进行进一步处理,从而实现周边环境的监控或者实现自动化控制。

[0133] 可选的,通信单元的通信方式可包括:光通信、蓝牙通信或WIFI通信。

[0134] 如此设置,通过无线传输的方式进行数据传输,可减少激光雷达系统的外部接口数量,一方面简化了激光雷达系统的结构;另一方面可使激光雷达系统的适用范围更广,示例性的可适用于潮湿或有水的环境。

[0135] 示例性的,图12是本实用新型实施例提供的一种电机皮带传动、滑环供电的激光雷达系统的剖面结构示意图。参照图12,该激光雷达系统包括马达411、皮带412、角度探测单元413、接收单元414、接收透镜415、轴承416和滑环 417。其中,马达411通过皮带412带动旋转模组(包括接收单元414和接收透镜415,还包括图12中未示出的光发射单元)转动。角度探测单元413可为光电转换器,用于定位码盘(图12中未示出)的位置,从而探测旋转模组转动的角度。由物体反射的回波信号通过接收透镜415后聚焦到接收单元414的表面,被接收单元414接收。滑环417用于给旋转模组供电并进行数据的传输。

[0136] 示例性的,图13是本实用新型实施例提供的一种电磁感应供电、无线通信的激光雷达系统的剖面结构示意图。参照图13,该激光雷达系统包括光源子单元421、准直透镜422、遮光筒423、透光罩424、接收透镜425、接收单元426、信号传输耦合线圈4271、电传输耦合线圈4272、轴承428、马达429以及马达控制420。示例性的,光源子单元421可为激光器,接收单元426可为接收器。由光源子单元421发出的光束经过准直透镜422形成探测光信号、并透光罩428后发出,并照射到目标物体表面,形成回波信号;回波信号经过透光罩428和接收透镜425后聚焦到接收单元426。遮光筒423用于隔离探测光信号与回波信号,使两路光信号之间不相互干扰,从而提高探测准确性。马达429在马达控制420的驱动下使旋转模组实现旋转。电传输线圈4272通过电磁感应方式实现供电,信号传输耦合线圈4271通过无线通信方式实现数据传输。

[0137] 示例性的,图14是本实用新型实施例提供的一种无线供电、光通信系统的激光雷达系统的剖面结构示意图。参照图14,该激光雷达系统包括光发射单元 431、第一无线信号传输模块432、轴承433、无线传电模块434、第二无线信号传输模块435、马达控制436、光信号检测模块437、角度探测单元438以及马达439。此激光雷达系统采用无线供电方式。第一无线信号传输模块432和第二无线信号传输模块435协同工作,通过光通信的方式实现数据传输。除供电方式与通信方式之外,其他的工作过程可参照对图12与图13的说明,在此不再赘述。

[0138] 需要说明的是,图12-图14仅示例性的示出了三种不同的激光雷达系统的结构,但并非对本实用新型实施例的限定。在其他实施方式中,基于本实用新型实施例提出的上述基本原理,可根据实际需求选择传动方式、通信方式以及设置各组成部分之间的相对位置关系。

[0139] 示例性的,图15是本实用新型实施例提供的一种激光雷达系统的工作流程示意图。参照图15,该激光雷达系统的工作流程包括:

[0140] S511、电机上电旋转。

[0141] 其中,电机(马达)旋转可带动旋转模组(主要包括光发射单元和接收单元)转动,从而激光雷达系统可实现360度范围内扫描探测。

[0142] S512、发射探测光信号。

[0143] 其中,探测光信号可为调制的红外光束或者激光光束。探测光信号由光发射单元发出。

[0144] S513、接收回波信号。

[0145] 其中,回波信号是光发射单元发出的探测光信号被目标物体反射后,形成的反射光信号。回波信号由光信号检测模块中的接收单元接收。

[0146] S514、根据相位差计算距离。

[0147] 其中,探测光信号与回波信号之间的相位差与目标物体的距离相关。

[0148] 示例性的,利用相位法测距的公式为:

[0149]
$$D = \frac{c}{2} \times \frac{\Delta\varphi}{2\pi f}$$

[0150] 其中,D是待探测的距离,c是光速, $\Delta\varphi$ 是探测到的相位差,f是探测光信号的调制频率。由此,只要检测到探测光信号与回波信号之间的相位差,即可计算得出待探测的距离。通过上述实施方式提供的光信号检测模块可实现高速数据计算,从而可实现光信号的快速处理,从而快速获得待探测距离。

[0151] S515、上传数据。

[0152] 其中,此步骤可包括将步骤S514获得的数据反馈给执行步骤S512的光发射单元和执行步骤S513的光信号检测模块。从而形成闭环的自反馈调节系统,实现对探测光信号和回波信号的强度的调节,使探测结果更准确。

[0153] 同时,此步骤还可包括将步骤S514获得的数据上传到一信号接收单元,即执行步骤S516。

[0154] S516、数据输出。

[0155] 其中,此步骤可实现二维探测点云图数据的显示,还可以将输出的数据作为控制指令,实现自动化控制。

[0156] 示例性的,图16是本实用新型实施例提供的一种激光雷达系统的算法流程示意图。参照图16,该激光雷达系统的工作流程包括:

[0157] S520、开始测量。

[0158] 其中,实现此步骤可按下激光雷达系统中的开始按钮、点击其屏幕上的开始按键或者通过无线传输的方式进行远程控制。

[0159] S521、频率配置。

[0160] 其中,此步骤由光发射单元执行,通过光混频技术以及差频技术调制出频率符合需求的探测光信号。

[0161] S522、温度、高压、Bias点检测。

[0162] 其中,此步骤由光信号检测模块执行,通过检测激光雷达系统的应用环境,尤其是接收单元的应用环境参数,后续对施加到接收单元的电压进行调节,即执行步骤S523,可提高不同使用环境下的探测结果的准确性,从而可使激光雷达系统可应用于较多的测试环境。

[0163] 在步骤S520之后,在步骤S522之前,为实现激光雷达系统旋转,可包括以下三个步骤:

[0164] S531、启动雷达电机。

[0165] 其中,电机旋转可带动激光雷达系统中的光发射单元和接收单元(或者光信号检测模块整体)旋转。

[0166] S532、控制转速。

[0167] 其中,可根据每360度范围内探测点的密度或探测范围的实际需求,将转速调节至预设范围。

[0168] 示例性的,对每360度范围内探测点的密度的要求较低时,可使用较高的转速;对每360度范围内探测点的密度的要求较高时,可使用较低的转速。

[0169] 示例性的,对转速的控制可用过调节控制转速的旋钮或者输入所需的转速值来实现。

[0170] S533、测量码盘信号。

[0171] 其中,此步骤由角度探测单元执行。通过执行此步骤可实现对旋转角度的探测以及对转速的监测。

[0172] 在步骤S522之后,执行步骤S523。

[0173] S523、高压调节。

[0174] 其中,此步骤可通过脉宽调制来实现。步骤S523完成后,接收单元处于适用于使用环境的工作状态,此时开始收发信号,具体包括:

[0175] S541、频率选择1。

[0176] S542、切换到内光路。

[0177] S543、采集内光路信号。

[0178] S544、信号处理,计算内光路相位。

[0179] S545、切换到外光路。

[0180] S546、采集外光路信号。

[0181] S547、信号处理,计算外光路相位。

[0182] S548、计算相位差1。

[0183] S549、计算测尺1测量的距离。

[0184] 通常,由于相位法测距,一个测尺无法准确测量距离,需多个测尺配合,因此,还包括至少一个不同于步骤S541的频率的探测光信号对目标物体的距离的探测,具体包括以下步骤:

[0185] S551、频率选择2。

- [0186] S552、切换到内光路。
- [0187] S553、采集内光路信号。
- [0188] S554、信号处理,计算内光路电位。
- [0189] S555、切换到外光路。
- [0190] S556、采集外光路信号。
- [0191] S557、信号处理,计算外光路相位。
- [0192] S558、计算相位差2。
- [0193] S559、计算测尺2测量的距离。
- [0194] 基于上述步骤S549中测尺1测量的距离与上述步骤S559中测尺2测量的距离,执行步骤S561。
- [0195] 步骤S561、测尺衔接。
- [0196] 其中,测尺衔接是指将上述测尺1测得的距离与测尺2测得的距离结合。
- [0197] 示例性的,测尺1为粗尺,其测得的距离为20m,测尺2为精尺,其测得的距离为0.8m,则衔接所得的距离为20.8m。
- [0198] 需要说明的是,上述距离的具体数值仅为示例性的说明,并非限定。
- [0199] 步骤S562、计算最终距离。
- [0200] 其中,步骤S561得到的距离通常为距离相对值,及存在距离误差值,该距离相对值与距离绝对值之间具有一一对应的关系,从而,通过查表可获取距离绝对值,该距离绝对值作为最终距离。
- [0201] 步骤S563、结束测量。
- [0202] 示例性的,与步骤S520相对应,可通过按钮、按键或远程控制的方式结束测量;或者可设定激光雷达系统探测设定的阈值范围后自动结束测量。结束测量时,激光雷达系统可处于待机状态或断电状态。
- [0203] 需要说明的是,图15示出的激光雷达系统的工作流程和图16示出的激光雷达系统的算法流程均基于本实用新型实施例提供的激光雷达系统执行,其中各步骤中未详尽说明之处,可参照上述实施方式中激光雷达系统的各组成部分的工作原理来理解,在此不再赘述。
- [0204] 注意,上述仅为本实用新型的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本实用新型不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本实用新型的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本实用新型进行了较为详细的说明,但是本实用新型不仅仅限于以上实施例,在不脱离本实用新型构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本实用新型的范围由所附的权利要求范围决定。

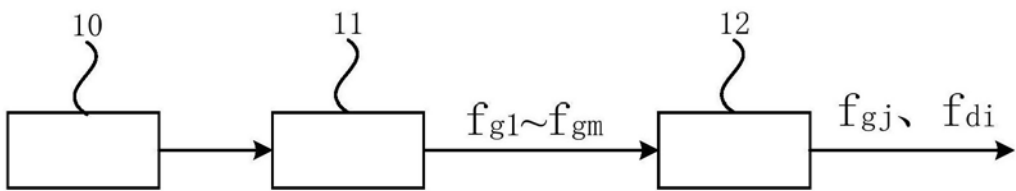


图1

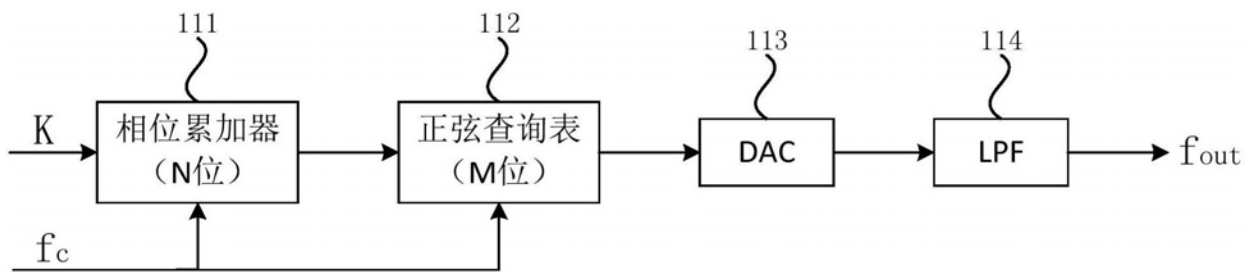


图2

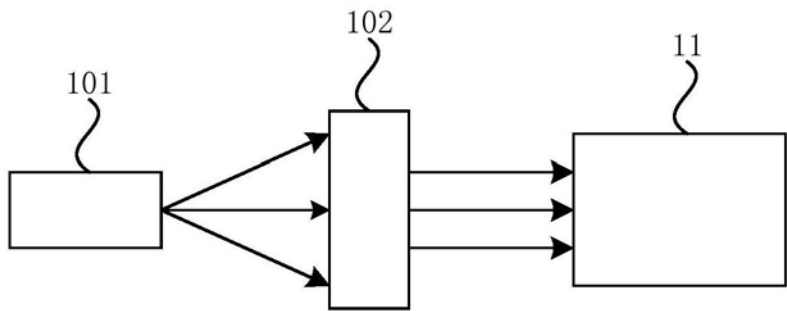


图3

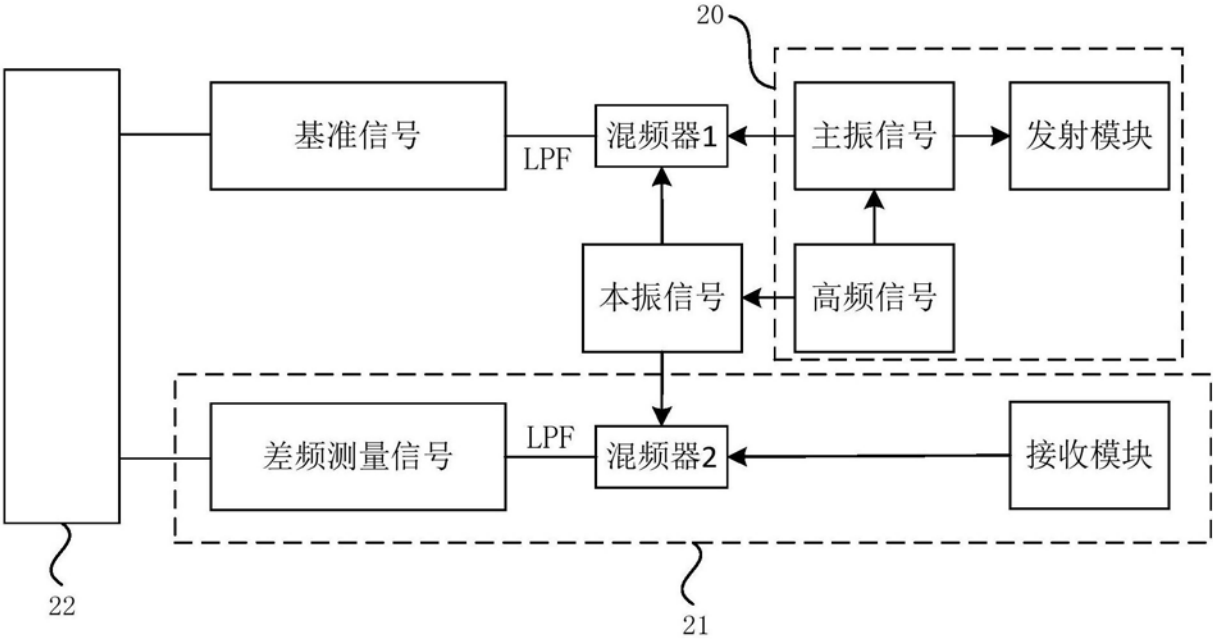


图4

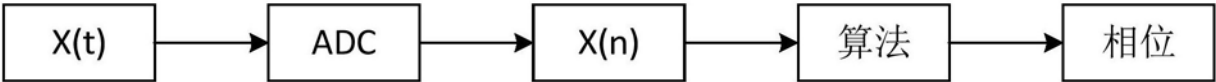


图5

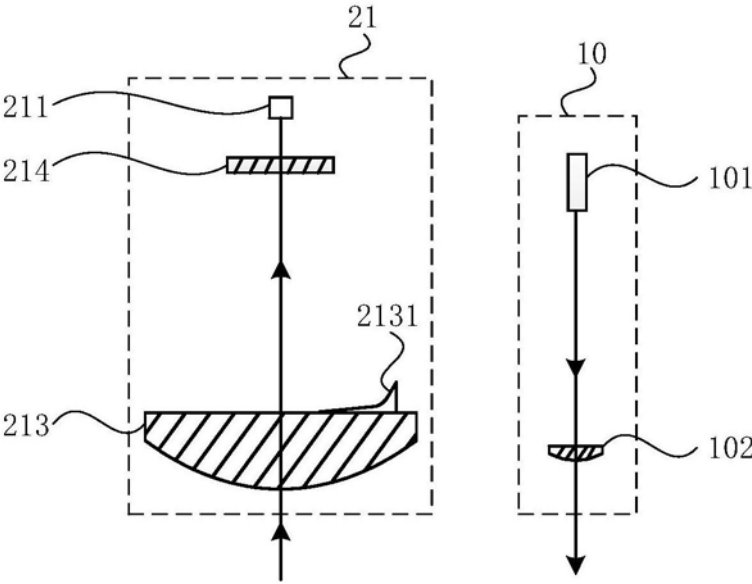


图6

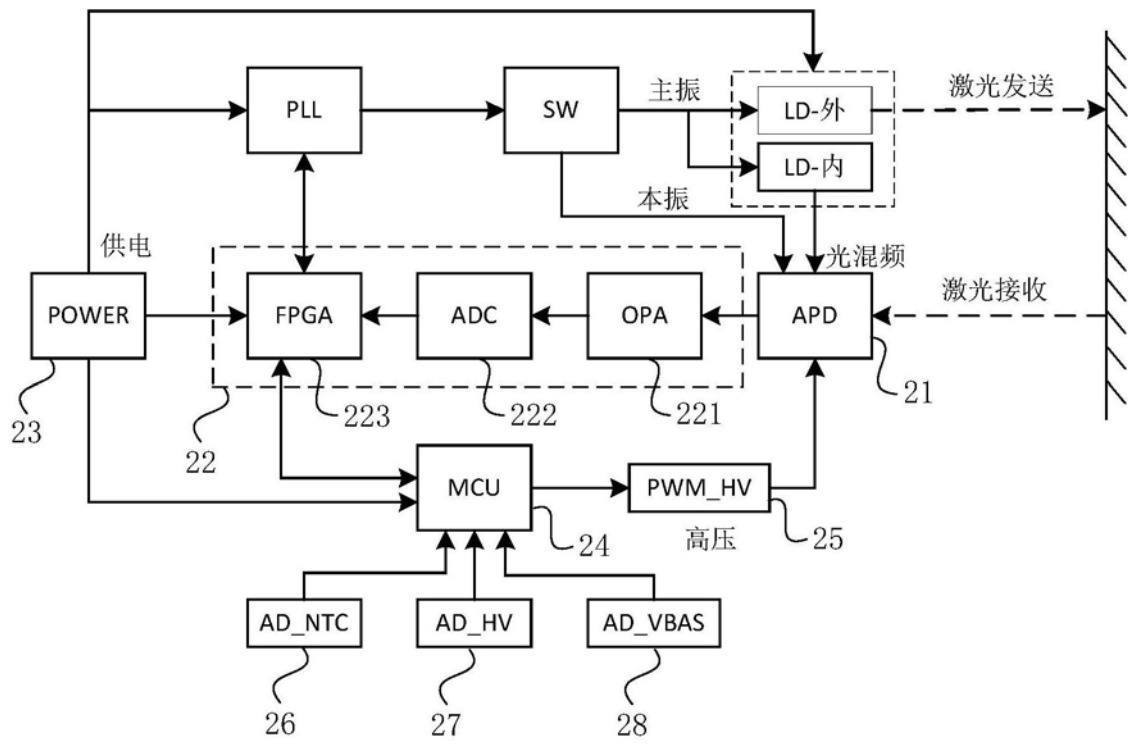


图7

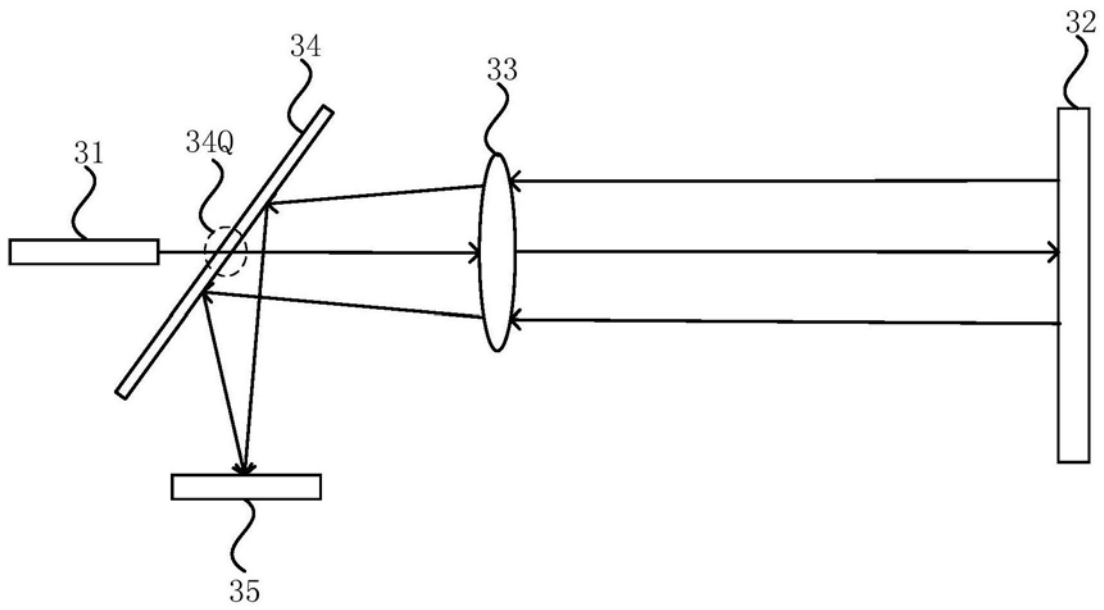


图8

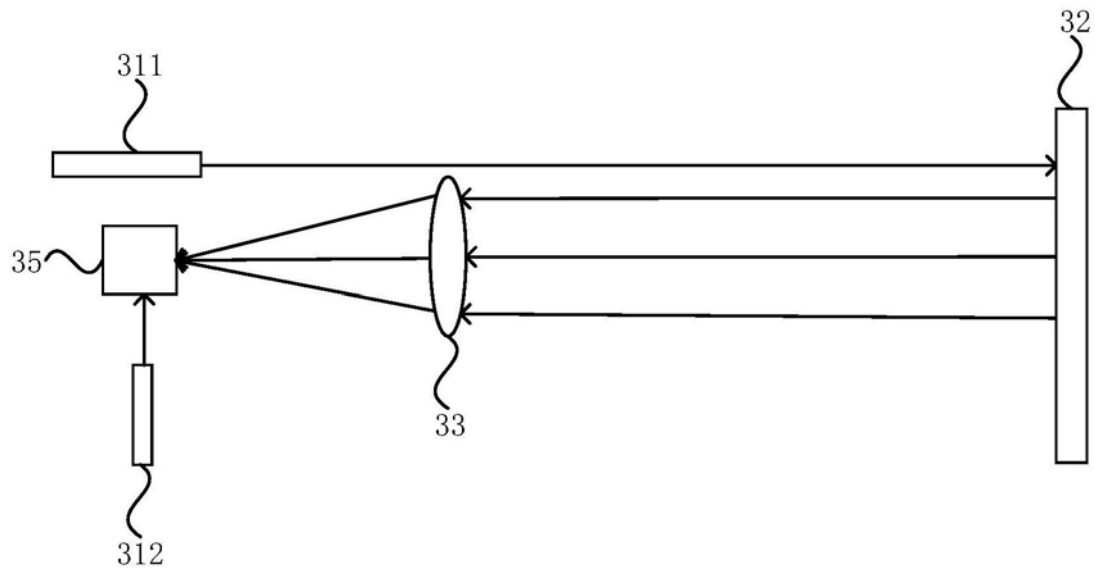


图9

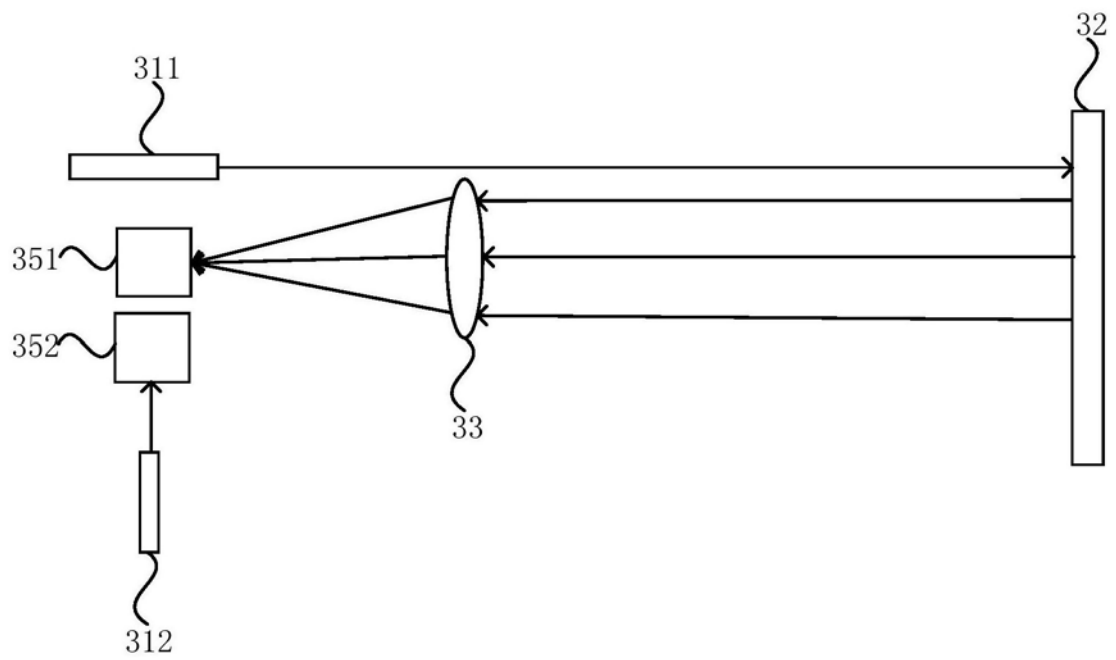


图10

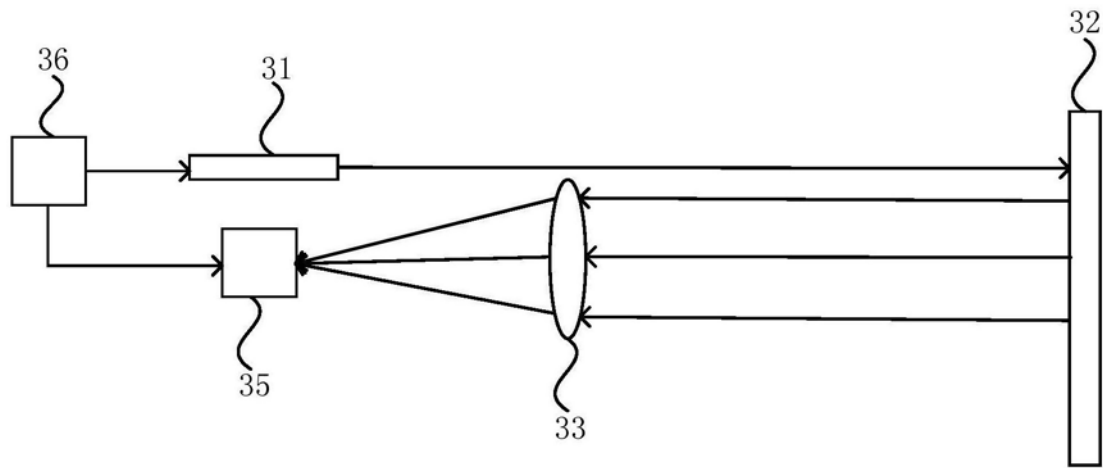


图11

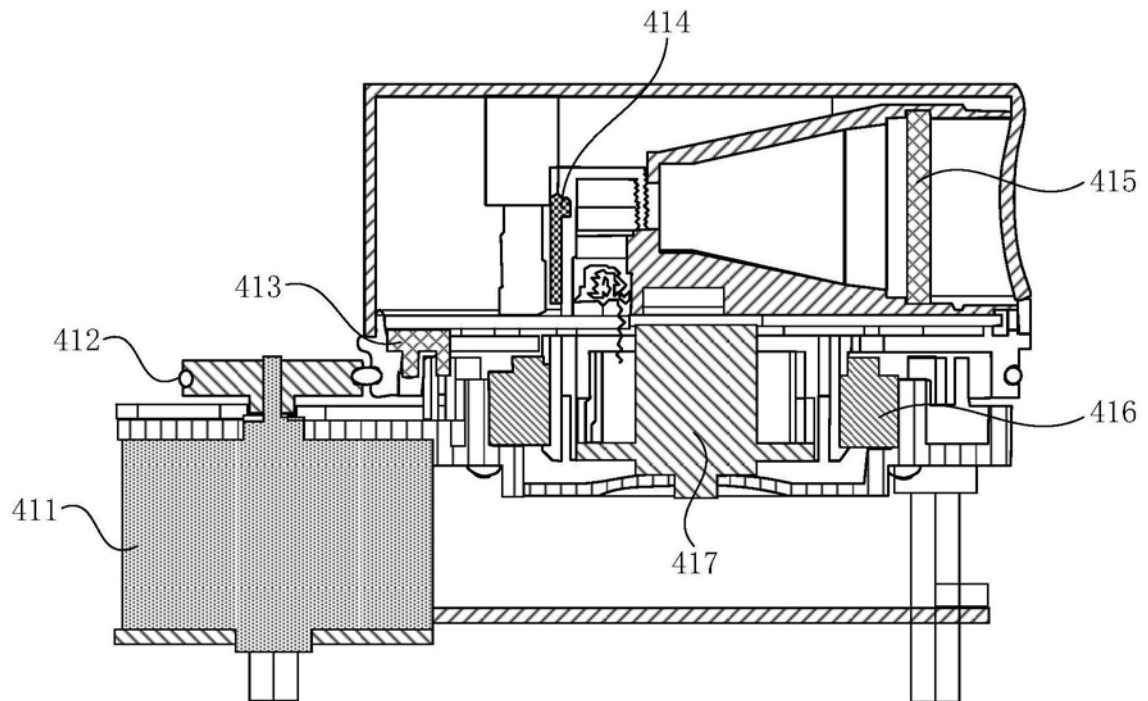


图12

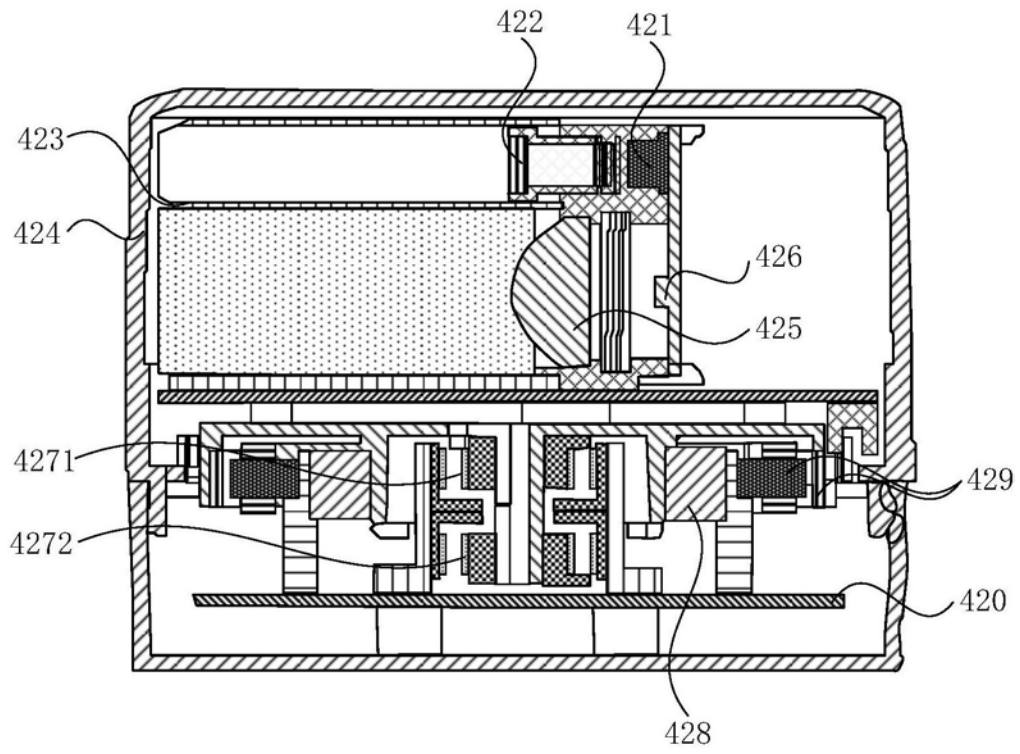


图13

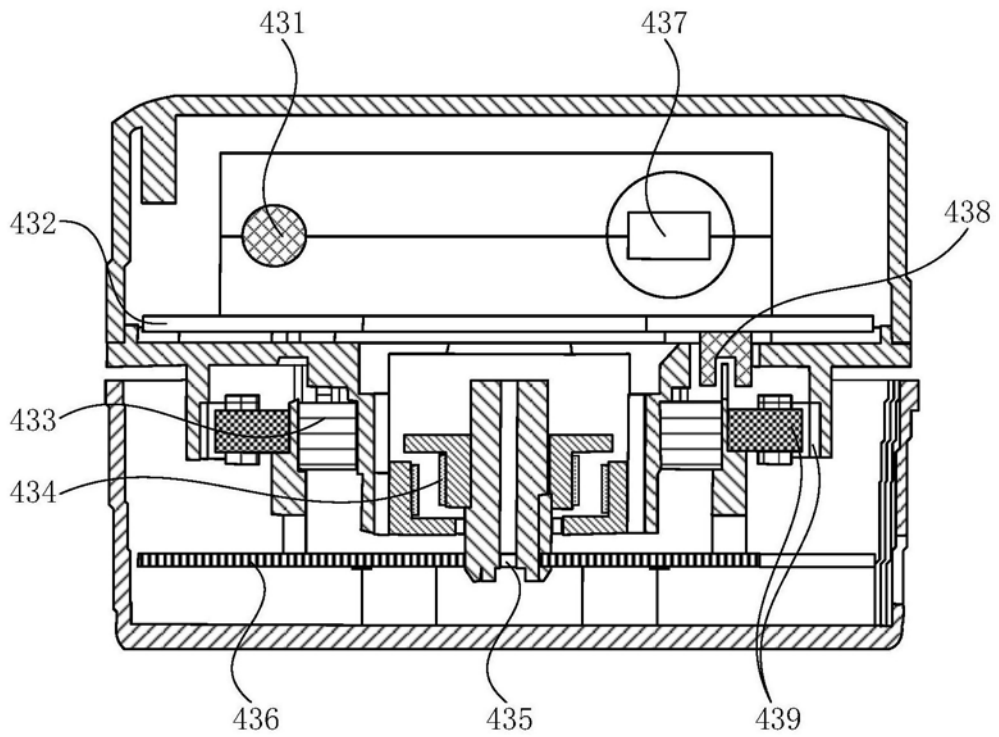


图14

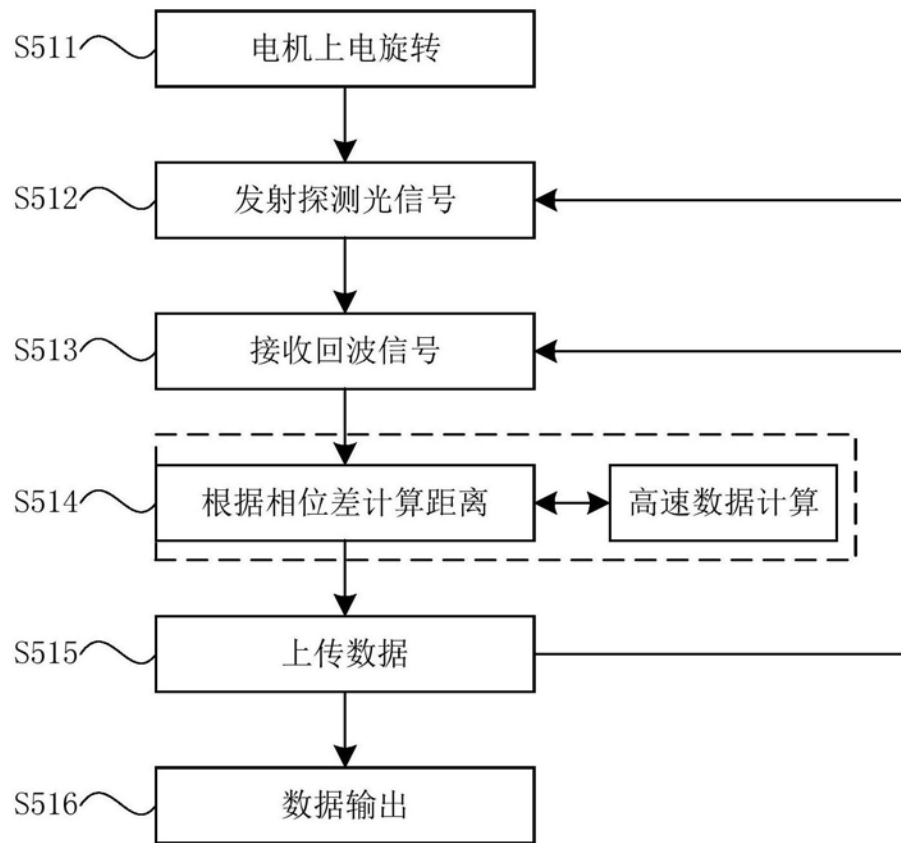


图15

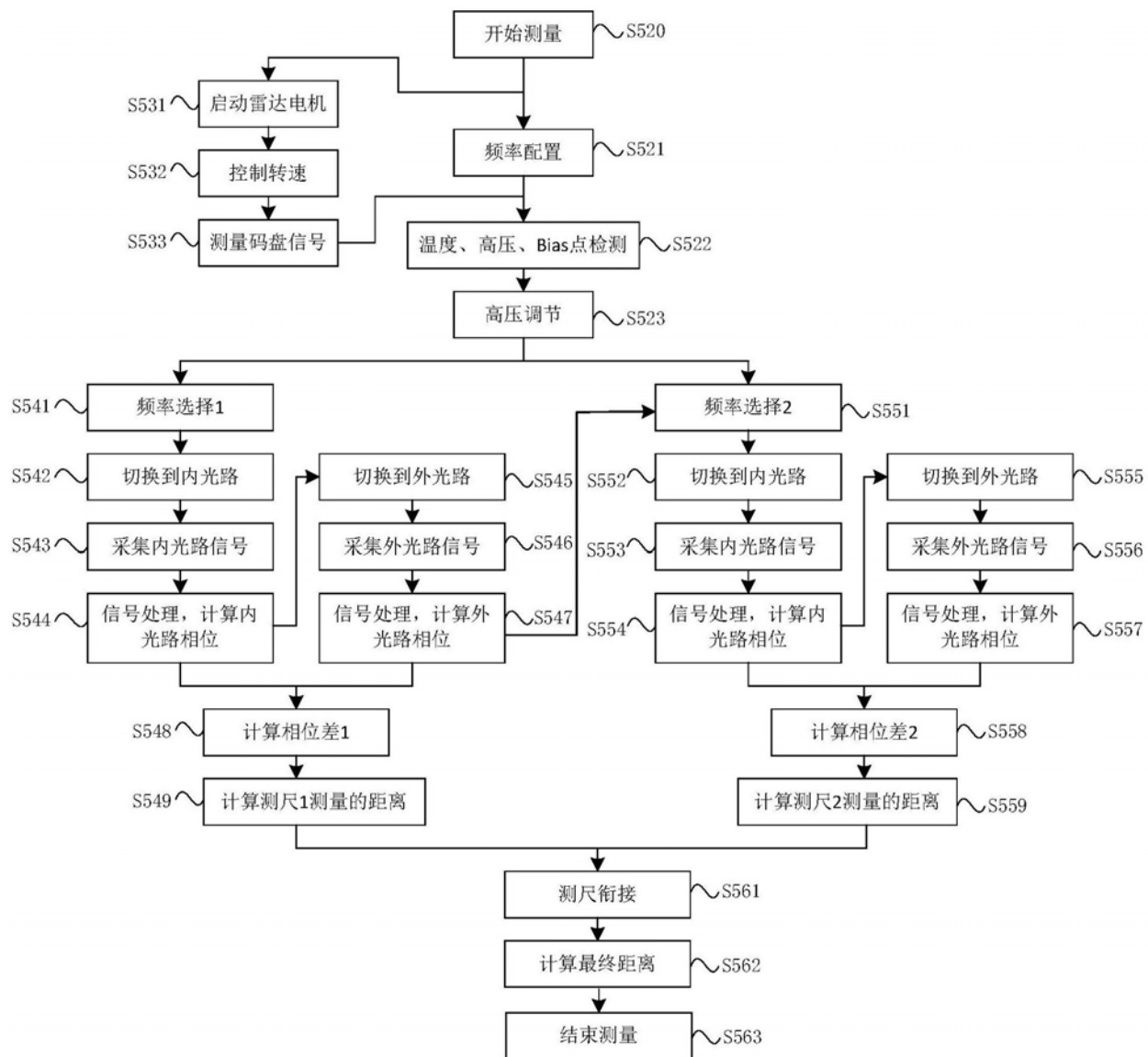


图16