

(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
2020 年 7 月 16 日 (16.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/142920 A1

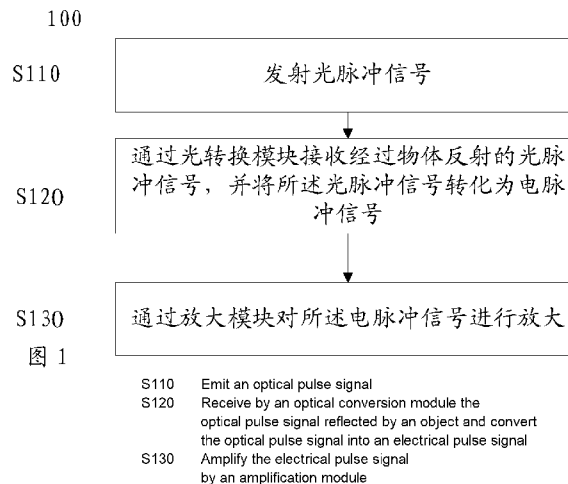
- (51) 国际专利分类号:
G01S 7/486 (2006.01) **G01S 17/10** (2006.01)
G01S 7/489 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/070956
- (22) 国际申请日: 2019 年 1 月 9 日 (09.01.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (**SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 刘祥 (**LIU, Xiang**); 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 马亮亮 (**MA, Liangliang**); 中国广东省深圳市南山

区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

- (74) 代理人: 北京市磐华律师事务所 (**P. C. & ASSOCIATES**); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特大厦901-902室, Beijing 100022 (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, JO, 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,

(54) **Title:** SIGNAL AMPLIFICATION METHOD AND DEVICE, DISTANCE MEASURING DEVICE

(54) 发明名称: 一种信号放大方法及装置、测距装置



(57) **Abstract:** A signal amplification method (100) and device. The method (100) comprises: emitting an optical pulse signal (S110); receiving by an optical conversion module the optical pulse signal reflected by an object and converting the optical pulse signal into an electrical pulse signal (S120); and amplifying the electrical pulse signal by an amplification module (S130); wherein the amplification gain of the optical conversion module differs at at least some moments between the transmitting moment of an optical pulse and the receiving moment of the reflected optical pulse signal, and/or the amplification gain of the amplification module differs at at least some moments, and the reflected optical pulse signal is amplified by different multiples so as to solve the problem that information is lost or still unable to be detected after the reflected optical pulse signal is amplified, thereby facilitating improving the effectiveness and reliability of subsequent signal processing.

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)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种信号放大方法(100)及装置，方法(100)包括：发射光脉冲信号(S110)；通过光转换模块接收经过物体反射的光脉冲信号，并将光脉冲信号转化为电脉冲信号(S120)；通过放大模块对电脉冲信号进行放大(S130)；其中，在光脉冲的发射时刻与反射的光脉冲信号的接收时刻之间，光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，放大模块的放大增益在至少部分时刻不同，通过对反射的光脉冲信号进行不同倍数的放大，以解决反射的光脉冲信号被放大后信息丢失或仍然无法被检测到的问题，有利于提高后续信号处理的有效性和可靠性。

一种信号放大方法及装置、测距装置

技术领域

本发明涉及电路技术领域，尤其涉及信号放大方法及装置。

5

背景技术

激光雷达和激光测距是对外界的感知系统，可以获知发射方向上的空间距离信息。其原理为主动对外发射激光脉冲信号，探测到反射回来的脉冲信号，根据发射与接收之间的时间差，判断被测物体的距离。在通过测量光脉冲序列的往返时间来测定目标相对距离的测距过程中，由于被测目标的目标距离和反射特性等在大动态范围内变动，经目标反射的光脉冲序列的功率会发生剧烈变化，例如，在 0.1m 的近处和 50m 的远处，反射信号强度的差异可达 $10^4 \sim 10^5$ 级别，如果对所有的反射光脉冲信号均以同样的放大倍数进行放大，那么会导致有的信号的部分信息丢失而有的信号无法被检测到。

15

发明内容

本发明实施例提供一种信号放大方法，以解决反射光脉冲信号被放大后信息丢失或仍然无法被检测到的问题。

第一方面，本发明实施例提供了一种信号放大方法，包括：

20 发射光脉冲信号；

通过光转换模块接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转化为电脉冲信号；

通过放大模块对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块的放大增益在至少部分时刻不同。

25

另一方面，本发明实施例提供了一种信号放大装置，包括：

发射模块，用于发射光脉冲信号；

30 光转换模块，用于接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信

号转化为电脉冲信号；

放大模块，用于对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块的放大增益在至少部分时刻不同。

另一方面，本发明实施例的提供了一种测距装置，所述测距装置用于根据所述发射的光脉冲信号和所述接收的经物体反射的光脉冲信号，确定所述物体与所述测距装置的距离；所述测距装置包括上述的信号放大装置。

本发明实施例的信号放大方法，通过根据反射的光脉冲信号的飞行时间的不同，对所述反射的光脉冲信号进行不同倍数的放大，以解决反射的光脉冲信号被放大后信息丢失或仍然无法被检测到的问题，保证以合适的放大倍数对反射的光脉冲信号进行放大，有利于提高后续信号处理的有效性和可靠性。

附图说明

为了更清楚地说明本发明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作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，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。

图 1 是本发明实施例的一种信号放大方法的示意性流程图；

图 2 是本发明实施例的光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益随时间变化的示例；

图 3 是本发明实施例的光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益随时间变化的又一示例；

图 4 是本发明实施例的 RC 积分电路的示例；

图 5 是本发明实施例的控制可变增益放大器的反馈电阻的示例；

图 6 是本发明实施例的发射光脉冲序列的示意图；

图 7 是本发明实施例的信号放大方法的示意性原理框图；

图 8 是本发明实施例的测距装置的示意性结构框图；

图 9 是本发明的测距装置采用同轴光路的一种实施例的示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

为了实现宽动态范围的检测，对于经过近处的目标物体所反射的光脉冲信号，可以以较小的放大倍数去放大，以免被限幅而失去了部分信息；对于经过远

10 处的目标物体所反射的光脉冲信号，由于光脉冲信号较小，可以以较大的放大倍数去放大，将微弱的光电信号放大到足够大，以防止不能被检测到，能够顺利的进行数字化。

基于上述考虑，本发明实施例提供了一种信号放大方法，参见图 1，图 1 示出了本发明实施例的一种信号放大方法。所述方法 100 包括：

15 在步骤 S110 中，发射光脉冲信号；

在步骤 S120 中，通过光转换模块接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转化为电脉冲信号；

在步骤 S130 中，通过放大模块对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块的放大增益在至少部分时刻不同。

20

由于目标物体位于近处时，当光脉冲信号发射后很快就到达目标物体并被反射回来，从发射到接收所述光脉冲信号的时间比较短，光脉冲信号在这段飞行时间中的损失较少，光转换模块接收到经过目标物体反射的光脉冲信号强度较大，此时只需要以较小的增益放大这一较大的光脉冲信号；而目标物体位于

25 远处时，从发射到接收所述光脉冲信号的时间比较长，光脉冲信号在这段飞行时间中的损失较大，光转换模块接收到经过目标物体反射的光脉冲信号强度较小，此时需要以较大的增益放大这一较大的光脉冲信号；由此可以看出，经过物体反射的光脉冲信号的强度随着飞行时间的增加而减小，相应的需要不同的

30 放大增益对反射的光脉冲信号进行放大，所述放大增益随着光脉冲信号飞行时

间的变化而变化。这样,就可以保证反射的光脉冲信号能被放大到合适的倍数,有利于提高后续信号的数字化处理的准确性。

需要说明的是,光转换模块可以将光脉冲信号转换为电脉冲信号,其本身还可以存在放大功能即还可以对转换后的电脉冲信号进行放大,而经过物体反射的光脉冲信号是否经过光转换模块进行放大在此不做限制。

可选地,所述方法 100 还包括:控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益,使得所述光转换模块和/或所述放大模块在第一时刻的放大增益大于在第二时刻的放大增益,其中,第一时刻和第二时刻均位于所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间,且第一时刻晚于第二时刻。

其中,反射的光脉冲信号的强度随着飞行时间变化,因此,可以根据通过所述光脉冲信号的飞行时间来控制反射的光脉冲信号的放大增益(包括所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益),对不同时刻接收到的反射的光脉冲信号以合适的放大增益进行放大。

可选地,所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益,包括:

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间逐渐增大。

因为一般反射的光脉冲信号的强度与飞行时间成反比,那么可以从发射光脉冲信号开始,随着光脉冲信号的飞行,光脉冲信号的强度逐渐减小,可以控制其放大增益逐渐增大。例如,目标物体 A 与发射光脉冲信号位置的距离 L_A 远于目标物体 B 与发射光脉冲信号位置的距离 L_B ,那么经过目标物体 A 反射的光脉冲信号的放大增益小于目标物体 B 反射的光脉冲信号的放大增益。

那么,所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益与飞行时间和目标物体的距离可以是线性的,也可以是非线性的。

可选地,所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益,包括:

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光

脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间线性增长。

参见附图 2，图 2 示出了本发明实施例的光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益随时间变化的示例。如图 2 所示，放大增益在所述光脉冲的发射时刻有一个初始值，随着时间/距离线性增长。

5 可选地，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间增长，且增长的速度逐渐加快。

10 参见附图 3，图 3 示出了本发明实施例的光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益随时间变化的又一示例。一般情况下，经过目标物体反射回来的光脉冲信号强度是反比于 L^2 ， L 是目标物体与发射光脉冲信号位置的距离。如图 3 所示，放大增益在所述光脉冲的发射时刻有一个初始值，随着时间/距离呈指数增长，增长的速度逐渐加快。

15 可选地，所述放大模块包括可变增益放大器，所述控制所述放大模块的放大增益，包括：

通过 RC 积分电路控制所述可变增益放大器的电压，使得所述可变增益放大器的电压逐渐增大。

参见附图 4，图 4 示出了本发明实施例的 RC 积分电路的示例。如图 4 所示，RC 积分电路包括：电阻 R 和电容 C，所述电阻 R 的一端接收所述触发信号 Start Signal，所述电阻 R 的另一端连接电容 C 的一端并输出增益控制信号 Gain Control Signal，所述电容 C 的另一端接地。其工作原理包括：所述触发信号 Start Signal 与发射光脉冲信号同时，可以是一个阶跃信号，当 RC 积分电路接收到所述触发信号 Start Signal，RC 积分电路开始积分，并输出
25 增益控制信号 Gain Control Signal，控制所述可变增益放大器的电压逐渐增大；当接收到经物体反射的光脉冲信号时，以此时的放大增益对所述反射的光脉冲信号进行放大。

可选地，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

30 从所述光脉冲信号的发射时刻开始，控制所述光转换模块和/或所述放大

模块的放大增益从初始值开始增加。

其中，所述放大增益的初始值可以为 0 也可以是某一个数值，在此不做限制。

5 可选地，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间阶梯性增长。

10 在一些实施方式中，在发射光脉冲信号之后包括若干时间段，在每个相同的时间段内，接收到的反射的光脉冲信号的强度相差不大，不需要采用时刻变化的放大增益，可以采用阶梯式增长以实现相同时间段内的放大增益相同，不同的时间段之间的放大增益不同，这样有利于放大增益控制的实现，以及提高运算效率，实现快速准确地放大所述光脉冲信号。

15 需要说明的是，所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益的变化并不局限于上述列举的情况，还可以是其它在所述光脉冲信号的发射时刻与接收时刻之间至少部分时刻不同的情况，如增长的速度逐渐变慢等，在此不做限制。

可选地，所述放大模块包括可变增益放大器或可编程增益放大器。

可选地，所述放大模块包括可变增益放大器，所述方法还包括：

20 控制所述可变增益放大器的反馈电阻，以改变所述可变增益放大器的放大增益。

25 其中，当放大模块包括可变增益放大器 (VGA, variable gain amplifiers) 时，通过控制所述可变增益放大器的输出电压来实现对所述可变增益放大器的放大增益的控制，可以采用上述本发明实施例提供的积分 RC 电路，也可以通过控制 DAC (数字模拟转换器, Digital to analog converter)，还可以通过控制可变增益放大器的反馈电阻来控制可变增益放大器的放大增益。

30 在一个实施例中，参见图 5，图 5 示出了本发明实施例的控制可变增益放大器的反馈电阻的示例。如图 5 所示，所述可变增益放大器包括：电阻 R1、运算放大器 U1 和数字电位器，所述电阻 R1 的一端接收输入信号 Signal-in，所述电阻 R1 的另一端连接所述运算放大器 U1 的反向输入端-IN，所述运算放

大器 U1 的正向输入端+IN 连接参考电压 AMP_REF, 所述运算放大器 U1 的输出端 OUT 输出放大后的信号 Out-signal, 所述数字电位器连接于所述运算放大器 U1 的反向输入端-IN 和运算放大器 U1 的输出端 OUT 之间。其中, 数字电位器的电阻可以调节, 通过控制所述数字电位器的电阻即可控制所述可变增益放大器的放大增益; 而数字电位器还可以是其它可调电阻器件, 如工作在线性区的 MOS 管等。

可选地, 所述方法还包括:

发射光脉冲序列, 且相邻两次光脉冲的发射时间间隔大于最长探测时长的至少 10 倍, 其中, 所述最长探测时长为能够探测到的最小的、经过物体反射的光脉冲信号的探测时间, 与对应的光脉冲发射时间的间隔。

其中, 所述光脉冲序列可以由一个发射光源发射, 该发射光源发射的激光脉冲序列被扫描模块 (例如旋转的棱镜) 进行出射路径的改变, 形成在不同时刻上的多个出射路径的激光脉冲序列。所述光脉冲序列还可以是由多个发射光源分别沿着不同的出射路径发射, 该不同的出射路径可以是出射的位置和/或出射的方向不同。该多个发射光源分别发射的多路激光脉冲序列可以是平行的, 或者也可以是不平行的。该多个发射光源分别发射的激光脉冲序列可以被扫描模块 (例如旋转的棱镜) 改变传播方向后出射。

所述光脉冲序列在一个工作周期内, 从发射光脉冲到计算出目标物体与发射光脉冲信号的位置的距离需要时长为 t 。该 t 的具体大小取决于该光脉冲所探测到的目标物体距离发射光脉冲信号的位置的距离, 距离越远, t 越大。当目标物体距离发射光脉冲信号的位置越远时, 经物体反射回的光信号越弱。当反射回的光信号弱到一定程度时, 将无法探测到该光信号。因此, 所能探测到的最弱的光信号对应的物体, 与发射光脉冲信号的位置之间的距离称为最远探测距离。为描述方便, 称该最远探测距离对应的 t 值为 t_0 。本发明实施例中, 工作周期大于 t_0 。一些实现方式中, 工作周期大于 t_0 的至少 5 倍。一些实现方式中, 工作周期大于 t_0 的至少 10 倍。一些实现方式中, 工作周期大于 t_0 的 15 倍。一些实现方式中, t_0 是纳秒级别的, 工作周期是微秒级别的。

在一个实施例中, 参见图 6, 图 6 示出了本发明实施例的发射光脉冲序列

的示意图。如图 6 所示，发射电路在时刻 a1 发射光脉冲序列，该光脉冲序列依次经过接收电路、采样电路和运算电路处理后，时刻 b1 得到运算结果，时刻 a1 与时刻 b1 之间的时长为 t1；然后，发射电路在时刻 a2 发射光脉冲序列，该光脉冲序列依次经过接收电路、采样电路和运算电路处理后，时刻 b2 得到运算结果，时刻 a2 与时刻 b2 之间的时长为 t2；然后，发射电路在时刻 a3 发射光脉冲序列，该光脉冲序列依次经过接收电路、采样电路和运算电路处理后，时刻 b3 得到运算结果，时刻 a3 与时刻 b3 之间的时长为 t3。可以理解的是，t1、t2 和 t3 的时长分别小于或等于上述 t0。在图 6 所示例子中，a2 晚于 b1、a3 晚于 b2；a1 与 a2 之间的时长与 a2 与 a3 之间的时长为同一时长 P，该时长 P 即为上述提到的工作周期。

可选地，所述方法还包括：

分别在所述光脉冲序列中的至少部分光脉冲的发射时刻开始控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长；

分别在距离所述至少部分光脉冲的发射时刻达到最长探测时长之后，控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益停止增长。

其中，对于光脉冲序列中的光脉冲之间发射间隔远大于光脉冲从发射到最远探测距离返回的时间，那么可以在光脉冲发射时刻控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长；由于光脉冲能探测的最远距离已知，即光脉冲从发射到最远探测距离返回的时间也已知，那么经过光脉冲从发射光脉冲到计算出最远探测距离需要时长 t0 后，光脉冲必然已经返回并经过接收电路、采样电路和运算电路处理后，得到运算结果，此时可以停止所述放大增益的增长。等到下一个光脉冲发射时，再次控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长，以此类推，即可对所述光脉冲序列的所有光脉冲以合适的放大增益进行放大。

此外，也可以分别在所述至少部分光脉冲的接收时刻，控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益停止增长。

在一个实施例中，参见图 7，图 7 示出了本发明实施例的信号放大方法的

原理框图。结合图 6 和图 7，以具体示例对本发明实施例的信号放大方法进行进一步说明。

如图 7 所示，发射电路 710 用于发射光脉冲信号；光转换模块包括光电传感器 720，用于接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转化为电脉冲信号；放大电路 730 对所述电脉冲信号进行放大；其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光电传感器 720 的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大电路 730 的放大增益在至少部分时刻不同；

中控电路 740 用于发送发射控制信号至所述发射电路 710，控制所述发射电路 710 发射光脉冲信号；并控制所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 的放大增益；

数字化电路 750 用于对所述放大电路 730 的输出信号进行数字化，为后续计算目标物体的距离提供数据基础。

参见图 6 和图 7，假设中控电路 740 发送发射控制信号至所述发射电路 710，所述发射电路 710 在时刻 a_1 发射第一光脉冲信号，同时，中控电路 740 控制所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 的放大增益从初始值开始增长；所述第一光脉冲信号经物体反射后返回，所述光电传感器 720 接收所述经物体反射后的第一光脉冲信号，并转化为第一电脉冲信号，所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 以从初始值增长到此时的放大增益对所述第一电脉冲信号进行放大；数字化电路 750 对放大电路 730 的输出信号进行数字化并采样，进而将数字化和采样结果发送至运算电路进行计算，运算电路经过运算后在时刻 b_1 得到运算结果，时刻 a_1 与时刻 b_1 之间的时长为 t_1 ；当从时刻 a_1 开始，经过从第一电脉冲信号发射到计算出第一电脉冲信号最远探测距离需要时长 t_0 后，中控电路 740 停止控制所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 的放大增益的增长；其中， t_0 大于或等于 t_1 。

设相邻两次光脉冲的发射时间间隔（即工作周期 P ）大于最长探测时长 t_0 的至少 10 倍，那么，第二次发射光脉冲时，第一光脉冲信号已经到达目标物体并返回，经过计算得到计算结果，第二次发射的光脉冲与第一次光脉冲之间不会造成相互影响。从时刻 a_1 经过工作周期 P 后，中控电路 740 发送发射控制信号至所述发射电路 710，所述发射电路 710 在时刻 a_2 发射第二光脉冲信

号,同时,中控电路 740 控制所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 的放大增益再次从初始值开始增长;同样地,所述第二光脉冲信号经物体反射后返回,经过光电传感器 720 转化为第二电脉冲信号后,所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 以从初始值增长到此时的放大增益对所述第二电脉冲信号进行放大;进而经过数字化、采样以及运算后在时刻 b2 得到运算结果,时刻 a2 与时刻 b2 之间的时长为 t2;当从时刻 a2 开始,经过从第一电脉冲信号发射到计算出第一电脉冲信号最远探测距离需要时长 t0 后,中控电路 740 停止控制所述光电传感器 720 和/或放大电路 730 的放大增益的增长。

以此类推,每个光脉冲信号经物体反射后均可以通过合适的放大增益进行放大,有利于提高后续计算过程的准确性。

可选地,所述方法应用于测距装置,所述方法还包括:

根据所述发射的光脉冲信号和所述接收的经物体反射的光脉冲信号,确定所述物体与所述测距装置的距离。

可选地,所述方法还包括:

发射光脉冲序列;

利用扫描模块改变所述光脉冲序列的出射方向,使得所述光脉冲序列中的各光脉冲依次出射至不同方向。

可选地,所述扫描模块包括至少 2 个旋转的、具有非平行的出射面和入射面的光折射元件。

本发明各个实施例提供的信号放大方法可以应用于测距装置,该测距装置可以是激光雷达、激光测距设备等电子设备。在一种实施例中,测距装置用于感测外部环境信息,例如,环境目标的距离信息、方位信息、反射强度信息、速度信息等。一种实现方式中,测距装置可以通过测量测距装置和探测物之间光传播的时间,即光飞行时间 (Time-of-Flight, TOF),来探测探测物到测距装置的距离。或者,测距装置也可以通过其他技术来探测探测物到测距装置的距离,例如基于相位移动 (phase shift) 测量的测距方法,或者基于频率移动 (frequency shift) 测量的测距方法,在此不做限制。

为了便于理解,以下将结合图 8 所示的测距装置 800 对测距的工作流程进行举例描述。

如图 8 所示, 测距装置 800 可以包括发射电路 810、接收电路 820、采样电路 830 和运算电路 840。

发射电路 810 可以发射光脉冲序列 (例如激光脉冲序列)。接收电路 820 可以接收经过被探测物反射的光脉冲序列, 并对该光脉冲序列进行光电转换, 以得到电信号, 再对电信号进行处理之后可以输出给采样电路 830。采样电路 830 可以对电信号进行采样, 以获取采样结果。运算电路 840 可以基于采样电路 830 的采样结果, 以确定测距装置 800 与被探测物之间的距离。

可选地, 该测距装置 800 还可以包括控制电路 850, 该控制电路 850 可以实现对其他电路的控制, 例如, 可以控制各个电路的工作时间和/或对各个电路进行参数设置等。

应理解, 虽然图 8 示出的测距装置中包括一个发射电路、一个接收电路、一个采样电路和一个运算电路, 用于出射一路光束进行探测, 但是本申请实施例并不限于此, 发射电路、接收电路、采样电路、运算电路中的任一种电路的数量也可以是至少两个, 用于沿相同方向或分别沿不同方向出射至少两路光束; 其中, 该至少两束光路可以是同时出射, 也可以是分别在不同时刻出射。一个示例中, 该至少两个发射电路中的发光芯片封装在同一个模块中。例如, 每个发射电路包括一个激光发射芯片, 该至少两个发射电路中的激光发射芯片中的 die 封装到一起, 容置在同一个封装空间中。

一些实现方式中, 除了图 8 所示的电路, 测距装置 800 还可以包括扫描模块 860, 用于将发射电路出射的至少一路激光脉冲序列改变传播方向出射。

其中, 可以将包括发射电路 810、接收电路 820、采样电路 830 和运算电路 840 的模块, 或者, 包括发射电路 810、接收电路 820、采样电路 8830、运算电路 840 和控制电路 850 的模块称为测距模块, 该测距模块可以独立于其他模块, 例如, 扫描模块 860。

测距装置中可以采用同轴光路, 也即测距装置出射的光束和经反射回来的光束在测距装置内共用至少部分光路。例如, 发射电路出射的至少一路激光脉冲序列经扫描模块改变传播方向出射后, 经探测物反射回来的激光脉冲序列经过扫描模块后入射至接收电路。或者, 测距装置也可以采用异轴光路, 也即测距装置出射的光束和经反射回来的光束在测距装置内分别沿不同的光路传输。

图 9 示出了本发明的测距装置采用同轴光路的一种实施例的示意图。

测距装置 900 包括测距模块 910，测距模块 910 包括发射器 903（可以包括上述的发射电路）、准直元件 904、探测器 905（可以包括上述的接收电路、采样电路和运算电路）和光路改变元件 906。测距模块 910 用于发射光束，且接收回光，将回光转换为电信号。其中，发射器 903 可以用于发射光脉冲序列。

5 在一个实施例中，发射器 903 可以发射激光脉冲序列。可选的，发射器 903 发射出的激光束为波长在可见光范围之外的窄带宽光束。准直元件 904 设置于发射器的出射光路上，用于准直从发射器 903 发出的光束，将发射器 903 发出的光束准直为平行光出射至扫描模块。准直元件还用于会聚经探测物反射的回光的至少一部分。该准直元件 904 可以是准直透镜或者是其他能够准直光束的元件。

10 在图 9 所示实施例中，通过光路改变元件 906 来将测距装置内的发射光路和接收光路在准直元件 904 之前合并，使得发射光路和接收光路可以共用同一个准直元件，使得光路更加紧凑。在其他的一些实现方式中，也可以是发射器 903 和探测器 905 分别使用各自的准直元件，将光路改变元件 906 设置在准直元件之后的光路上。

15 在图 9 所示实施例中，由于发射器 903 出射的光束的光束孔径较小，测距装置所接收到的回光的光束孔径较大，所以光路改变元件可以采用小面积的反射镜来将发射光路和接收光路合并。在其他的一些实现方式中，光路改变元件也可以采用带通孔的反射镜，其中该通孔用于透射发射器 903 的出射光，反射镜用于将回光反射至探测器 905。这样可以减小采用小反射镜的情况中小反射镜的支架会对回光的遮挡。

在图 9 所示实施例中，光路改变元件偏离了准直元件 904 的光轴。在其他的一些实现方式中，光路改变元件也可以位于准直元件 904 的光轴上。

25 测距装置 900 还包括扫描模块 902。扫描模块 902 放置于测距模块 910 的出射光路上，扫描模块 902 用于改变经准直元件 904 出射的准直光束 919 的传输方向并投射至外界环境，并将回光投射至准直元件 904。回光经准直元件 904 汇聚到探测器 905 上。

30 在一个实施例中，扫描模块 902 可以包括至少一个光学元件，用于改变光束的传播路径，其中，该光学元件可以通过对光束进行反射、折射、衍射等等方式来改变光束传播路径。例如，扫描模块 902 包括透镜、反射镜、棱镜、振

镜、光栅、液晶、光学相控阵（Optical Phased Array）或上述光学元件的任意组合。一个示例中，至少部分光学元件是运动的，例如通过驱动模块来驱动该至少部分光学元件进行运动，该运动的光学元件可以在不同时刻将光束反射、折射或衍射至不同的方向。在一些实施例中，扫描模块 902 的多个光学元件可以绕共同的轴 909 旋转或振动，每个旋转或振动的光学元件用于不断改变入射光束的传播方向。在一个实施例中，扫描模块 902 的多个光学元件可以以不同的转速旋转，或以不同的速度振动。在另一个实施例中，扫描模块 902 的至少部分光学元件可以以基本相同的转速旋转。在一些实施例中，扫描模块的多个光学元件也可以是绕不同的轴旋转。在一些实施例中，扫描模块的多个光学元件也可以是以相同的方向旋转，或以不同的方向旋转；或者沿相同的方向振动，或者沿不同的方向振动，在此不作限制。

在一个实施例中，扫描模块 902 包括第一光学元件 914 和与第一光学元件 914 连接的驱动器 916，驱动器 916 用于驱动第一光学元件 914 绕转动轴 909 转动，使第一光学元件 914 改变准直光束 919 的方向。第一光学元件 914 将准直光束 919 投射至不同的方向。在一个实施例中，准直光束 919 经第一光学元件改变后的方向与转动轴 909 的夹角随着第一光学元件 914 的转动而变化。在一个实施例中，第一光学元件 914 包括相对的非平行的一对表面，准直光束 919 穿过该对表面。在一个实施例中，第一光学元件 914 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第一光学元件 914 包括楔角棱镜，对准直光束 919 进行折射。

在一个实施例中，扫描模块 902 还包括第二光学元件 915，第二光学元件 915 绕转动轴 909 转动，第二光学元件 915 的转动速度与第一光学元件 914 的转动速度不同。第二光学元件 915 用于改变第一光学元件 914 投射的光束的方向。在一个实施例中，第二光学元件 915 与另一驱动器 917 连接，驱动器 917 驱动第二光学元件 915 转动。第一光学元件 914 和第二光学元件 915 可以由相同或不同的驱动器驱动，使第一光学元件 914 和第二光学元件 915 的转速和/或转向不同，从而将准直光束 919 投射至外界空间不同的方向，可以扫描较大的空间范围。在一个实施例中，控制器 918 控制驱动器 916 和 917，分别驱动第一光学元件 914 和第二光学元件 915。第一光学元件 914 和第二光学元件 915 的转速可以根据实际应用中预期扫描的区域和样式确定。驱动器 916 和 917

可以包括电机或其他驱动器。

在一个实施例中，第二光学元件 915 包括相对的非平行的一对表面，光束穿过该对表面。在一个实施例中，第二光学元件 915 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第二光学元件 915 包括楔角棱镜。

5 一个实施例中，扫描模块 902 还包括第三光学元件（图未示）和用于驱动第三光学元件运动的驱动器。可选地，该第三光学元件包括相对的非平行的一对表面，光束穿过该对表面。在一个实施例中，第三光学元件包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第三光学元件包括楔角棱镜。第一、第二和第三光学元件中的至少两个光学元件以不同的转速和/或转向转动。

10 扫描模块 902 中的各光学元件旋转可以将光投射至不同的方向，例如光 911 和 913 的方向，如此对测距装置 900 周围的空间进行扫描。当扫描模块 902 投射出的光 911 打到被探测物 901 时，一部分光被探测物 901 沿与投射的光 911 相反的方向反射至测距装置 900。被探测物 901 反射的回光 912 经过扫描模块 902 后入射至准直元件 904。

15 探测器 905 与发射器 903 放置于准直元件 904 的同一侧，探测器 905 用于将穿过准直元件 904 的至少部分回光转换为电信号。

一个实施例中，各光学元件上镀有增透膜。可选的，增透膜的厚度与发射器 103 发射出的光束的波长相等或接近，能够增加透射光束的强度。

20 一个实施例中，测距装置中位于光束传播路径上的一个元件表面上镀有滤光层，或者在光束传播路径上设置有滤光器，用于至少透射发射器所出射的光束所在波段，反射其他波段，以减少环境光给接收器带来的噪音。

25 在一些实施例中，发射器 903 可以包括激光二极管，通过激光二极管发射纳秒级别的激光脉冲。进一步地，可以确定激光脉冲接收时间，例如，通过探测电信号脉冲的上升沿时间和/或下降沿时间确定激光脉冲接收时间。如此，测距装置 900 可以利用脉冲接收时间信息和脉冲发出时间信息计算 TOF，从而确定被探测物 901 到测距装置 900 的距离。

30 测距装置 900 探测到的距离和方位可以用于遥感、避障、测绘、建模、导航等。在一种实施例中，本发明实施例的测距装置可应用于移动平台，测距装置可安装在移动平台的平台本体。具有测距装置的移动平台可对外部环境进行测量，例如，测量移动平台与障碍物的距离用于避障等用途，和对外部环境进

行二维或三维的测绘。在某些实施例中，移动平台包括无人飞行器、汽车、遥控车、机器人、相机中的至少一种。当测距装置应用于无人飞行器时，平台本体为无人飞行器的机身。当测距装置应用于汽车时，平台本体为汽车的车身。该汽车可以是自动驾驶汽车或者半自动驾驶汽车，在此不做限制。当测距装置
5 应用于遥控车时，平台本体为遥控车的车身。当测距装置应用于机器人时，平台本体为机器人。当测距装置应用于相机时，平台本体为相机本身。

根据本发明实施例的提供的一种信号放大装置，包括：

发射模块，用于发射光脉冲信号；

10 光转换模块，用于接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转化为电脉冲信号；

放大模块，用于对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块
15 的放大增益在至少部分时刻不同。

可选地，所述装置还包括：

控制模块，用于控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，使得所述光转换模块和/或所述放大模块在第一时刻的放大增益大于在第二时刻的放大增益，其中，第一时刻和第二时刻均位于所述光脉冲的发射
20 时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，且第一时刻晚于第二时刻。

可选地，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间逐渐增大。

可选地，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间线性增长。
25

可选地，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间增长，且增长的速度逐渐加快。

30 可选地，所述装置还包括 RC 积分电路，其中，所述控制模块通过 RC 积分

电路控制所述可变增益放大器的电压,使得所述可变增益放大器的电压逐渐增大。

可选地,所述控制模块还用于:

从所述光脉冲信号的发射时刻开始,控制所述光转换模块和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增加。

可选地,所述控制模块还用于:控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间阶梯性增长。

可选地,所述放大模块包括可变增益放大器或可编程增益放大器。

可选地,所述放大模块包括可变增益放大器,所述控制模块控制所述可变增益放大器的反馈电阻,以改变所述可变增益放大器的放大增益。

可选地,所述发射模块还用于:发射光脉冲序列,其中相邻两次光脉冲的发射时间间隔大于最长探测时长的至少 10 倍,其中,所述最长探测时长为能够探测到的最小的、经过物体反射的光脉冲信号的探测时间,与对应的光脉冲发射时间的间隔。

可选地,所述控制模块还用于:

分别在所述光脉冲序列中的至少部分光脉冲的发射时刻开始控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长;

分别在距离所述至少部分光脉冲的发射时刻达到最长探测时长之后,控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益停止增长。

根据本发明实施例的提供的一种测距装置,所述测距装置用于根据所述发射的光脉冲信号和所述接收的经物体反射的光脉冲信号,确定所述物体与所述测距装置的距离;所述测距装置包括上述的信号放大装置。

可选地,所述测距装置还包括:

扫描模块,用于改变所述光脉冲序列的出射方向,使得所述光脉冲序列中的各光脉冲依次出射至不同方向。

可选地,所述扫描模块包括:至少 2 个旋转的、具有非平行的出射面和入射面的光折射元件。

本发明通过提供上述信号放大方法、装置和测距装置，通过根据反射的光脉冲信号的飞行时间的不同，对所述反射的光脉冲信号进行不同倍数的放大，以解决反射的光脉冲信号被放大后信息丢失或仍然无法被检测到的问题，保证以合适的放大倍数对反射的光脉冲信号进行放大，有利于提高信号处理的有效性和可靠性。

本发明实施例中所使用的技术术语仅用于说明特定实施例而并不旨在限定本发明。在本文中，单数形式“一”、“该”及“所述”用于同时包括复数形式，除非上下文中明确另行说明。进一步地，在说明书中所使用的用于“包括”和/或“包含”是指存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或构件，但是并不排除存在或增加一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元件和/或构件。

在所附权利要求中对应结构、材料、动作以及所有装置或者步骤以及功能元件的等同形式（如果存在的话）旨在包括结合其他明确要求的元件用于执行该功能的任何结构、材料或动作。本发明的描述出于实施例和描述的目的被给出，但并不旨在是穷举的或者将被发明限制在所公开的形式。在不偏离本发明的范围和精神的情况下，多种修改和变形对于本领域的一般技术人员而言是显而易见的。本发明中所描述的实施例能够更好地揭示本发明的原理与实际应用，并使本领域的一般技术人员可了解本发明。

本发明中所描述的流程图仅仅为一个实施例，在不偏离本发明的精神的情况下对此图示或者本发明中的步骤可以有多种修改变化。比如，可以不同次序的执行这些步骤，或者可以增加、删除或者修改某些步骤。本领域的一般技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程，并依本发明权利要求所作的等同变化，仍属于发明所涵盖的范围。

权利要求

1、一种信号放大方法，其特征在于，所述方法包括：

发射光脉冲信号；

通过光转换模块接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转

5 化为电脉冲信号；

通过放大模块对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块的放大增益在至少部分时刻不同。

10

2、如权利要求 1 所述的方法，所述方法还包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，使得所述光转换模块和/或所述放大模块在第一时刻的放大增益大于在第二时刻的放大增益，其中，第一时刻和第二时刻均位于所述光脉冲的发射时刻与所述反射

15 的光脉冲信号的接收时刻之间，且第一时刻晚于第二时刻。

3、如权利要求 2 所述的方法，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光

20 脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间逐渐增大。

4、如权利要求 3 所述的方法，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光

25 脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间线性增长。

5、如权利要求 3 所述的方法，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光

30 脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间增长，且增长的速度

逐渐加快。

6、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述放大模块包括可变增益放大器，所述控制所述放大模块的放大增益，包括：

5 通过 RC 积分电路控制所述可变增益放大器的电压，使得所述可变增益放大器的电压逐渐增大。

7、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

10 从所述光脉冲信号的发射时刻开始，控制所述光转换模块和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增加。

8、如权利要求 2 所述的方法，所述控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，包括：

15 控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间阶梯性增长。

9、如权利要求 1 至 5、7 至 8 任一项所述的方法，其特征在于，所述放大模块包括可变增益放大器或可编程增益放大器。

20

10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述放大模块包括可变增益放大器，所述方法还包括：

控制所述可变增益放大器的反馈电阻，以改变所述可变增益放大器的放大增益。

25

11、如权利要求 1 至 10 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

发射光脉冲序列，其中相邻两次光脉冲的发射时间间隔大于最长探测时长的至少 10 倍，其中，所述最长探测时长为能够探测到的最小的、经过物体反射的光脉冲信号的探测时间，与对应的光脉冲发射时间的间隔。

30

12、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

分别在所述光脉冲序列中的至少部分光脉冲的发射时刻开始控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长；

5 分别在距离所述至少部分光脉冲的发射时刻达到最长探测时长之后，控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益停止增长。

13、如权利要求 1 至 10 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法应用于测距装置，所述方法还包括：

10 根据所述发射的光脉冲信号和所述接收的经物体反射的光脉冲信号，确定所述物体与所述测距装置的距离。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

发射光脉冲序列；

15 利用扫描模块改变所述光脉冲序列的出射方向，使得所述光脉冲序列中的各光脉冲依次出射至不同方向。

15、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述扫描模块包括至少 2 个旋转的、具有非平行的出射面和入射面的光折射元件。

20

16、一种信号放大装置，其特征在于，包括：

发射模块，用于发射光脉冲信号；

光转换模块，用于接收经过物体反射的光脉冲信号，并将所述光脉冲信号转化为电脉冲信号；

25

放大模块，用于对所述电脉冲信号进行放大；

其中，在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，所述光转换模块的放大增益在至少部分时刻不同，和/或，所述放大模块的放大增益在至少部分时刻不同。

30

17、如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

控制模块，用于控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益，使得所述光转换模块和/或所述放大模块在第一时刻的放大增益大于在第二时刻的放大增益，其中，第一时刻和第二时刻均位于所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间，且第一时刻晚于第二时刻。

5

18、如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间逐渐增大。

10

19、如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间线性增长。

15

20、如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间增长，且增长的速度逐渐加快。

20

21、如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括 RC 积分电路，其中，所述控制模块通过 RC 积分电路控制所述可变增益放大器的电压，使得所述可变增益放大器的电压逐渐增大。

22、如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：

从所述光脉冲信号的发射时刻开始，控制所述光转换模块和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增加。

25

23、如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益在所述光脉冲的发射时刻与所述反射的光脉冲信号的接收时刻之间阶梯性增长。

30

24、如权利要求 16 至 20、22 至 23 任一项所述的装置，其特征在于，所述放大模块包括可变增益放大器或可编程增益放大器。

25、如权利要求 24 所述的装置，其特征在于，所述放大模块包括可变增益放大器，所述控制模块控制所述可变增益放大器的反馈电阻，以改变所述可变增益放大器的放大增益。

26、如权利要求 16 至 25 任一项所述的装置，其特征在于，所述发射模块还用于：发射光脉冲序列，其中相邻两次光脉冲的发射时间间隔大于最长探测时长的至少 10 倍，其中，所述最长探测时长为能够探测到的最小的、经过物体反射的光脉冲信号的探测时间，与对应的光脉冲发射时间的间隔。

27、如权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述控制模块还用于：
分别在所述光脉冲序列中的至少部分光脉冲的发射时刻开始控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益从初始值开始增长；
分别在距离所述至少部分光脉冲的发射时刻达到最长探测时长之后，控制所述光转换模块的放大增益和/或所述放大模块的放大增益停止增长。

28、一种测距装置，其特征在于，所述测距装置用于根据所述发射的光脉冲信号和所述接收的经物体反射的光脉冲信号，确定所述物体与所述测距装置的距离；所述测距装置包括如权利要求 17 至 27 中任一项所述的信号放大装置。

29、如权利要求 28 所述的测距装置，其特征在于，所述测距装置还包括：
扫描模块，用于改变所述光脉冲序列的出射方向，使得所述光脉冲序列中的各光脉冲依次出射至不同方向。

30、如权利要求 28 所述的测距装置，其特征在于，所述扫描模块包括：
至少 2 个旋转的、具有非平行的出射面和入射面的光折射元件。

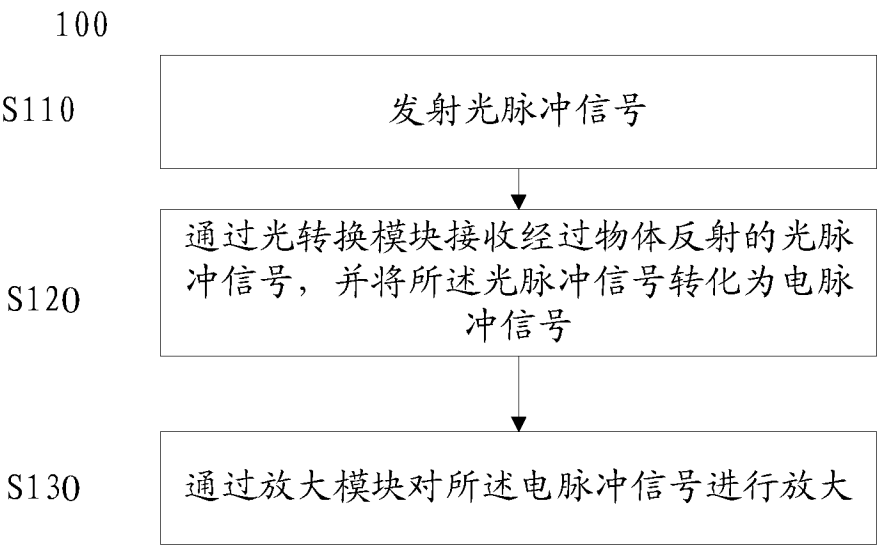


图 1

5

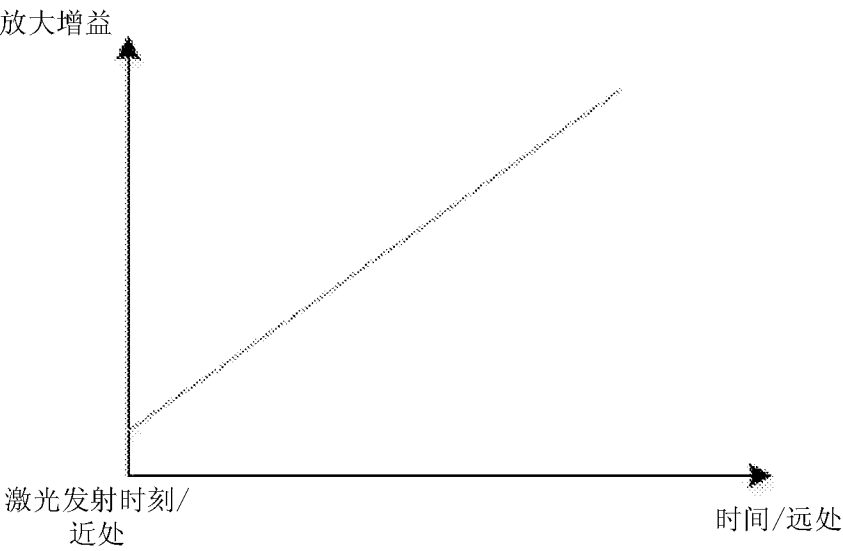


图 2

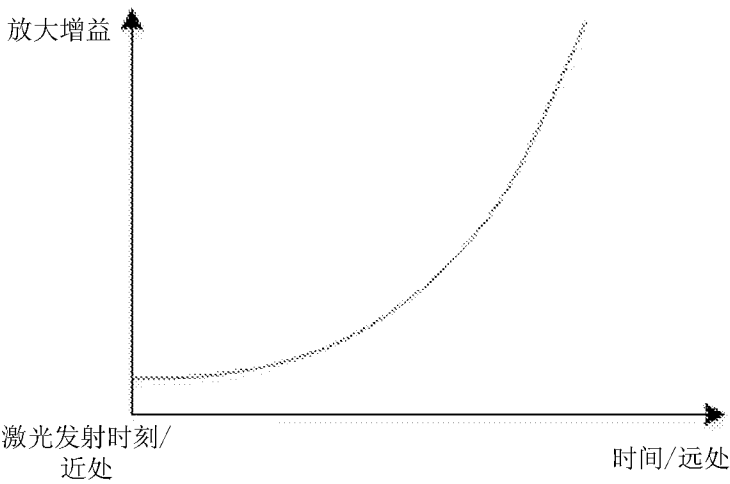


图 3

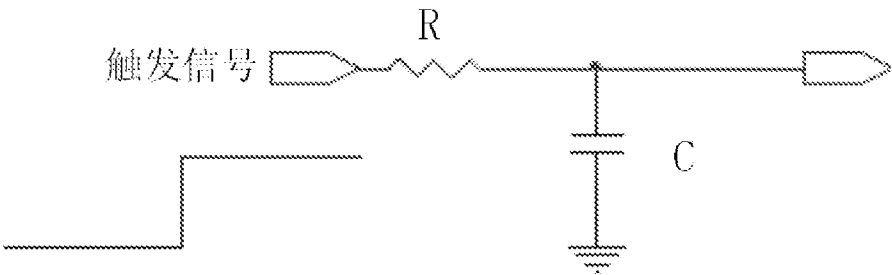


图 4

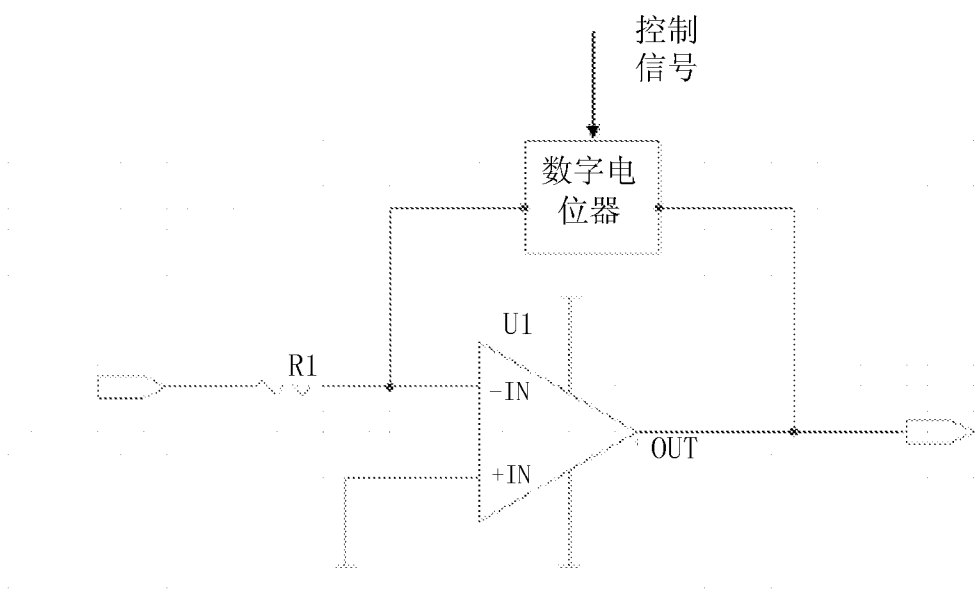


图 5

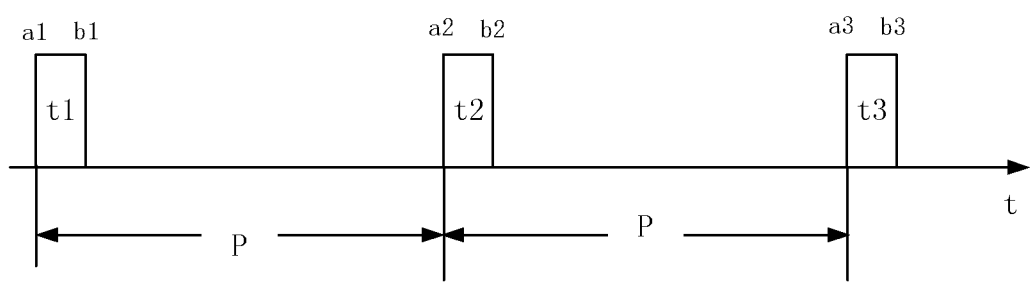


图 6

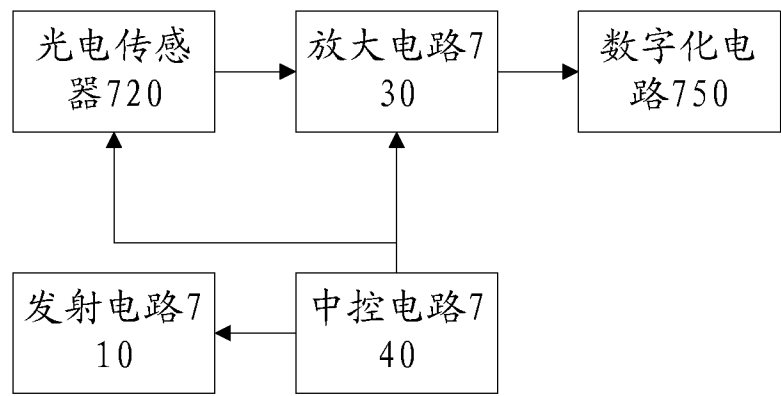


图 7

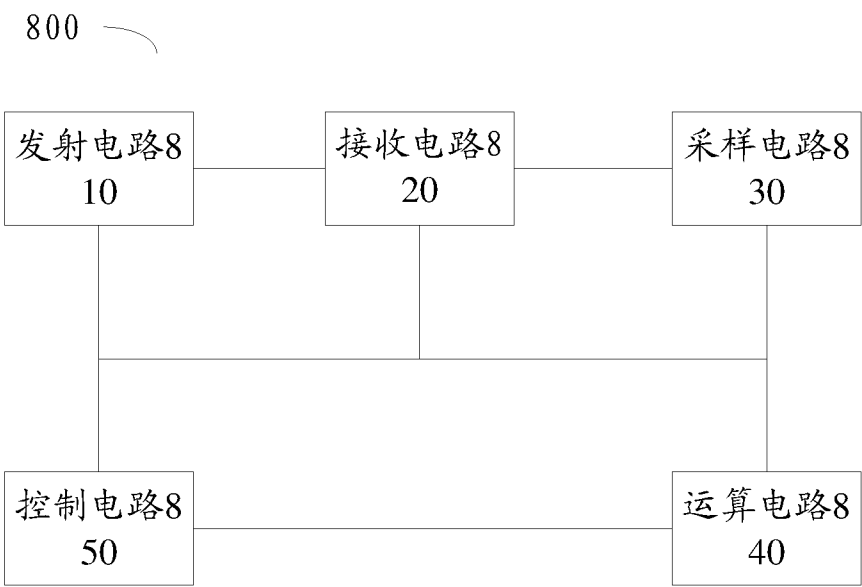


图 8

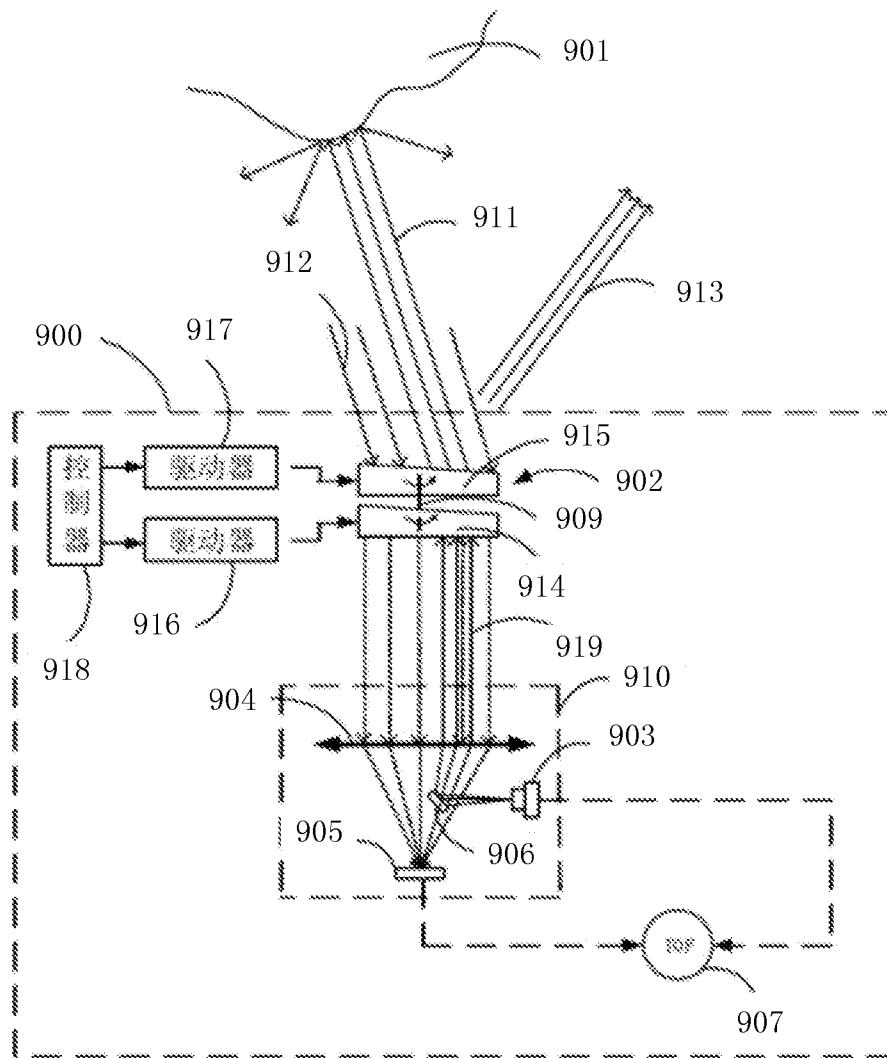


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/070956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/486(2006.01)i; G01S 7/489(2006.01)i; G01S 17/10(2006.01)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)

G01S

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 深圳市大疆创新科技有限公司, 刘祥, 马亮亮, 信号, 放大, 激光, 光脉冲, 电脉冲, 反射, 增益, 倍数, 不同, 变化, 改变, 测距, 距离, signal, amplif+, magnif+, laser, light, pulse, impulse, electric+, electropulse, reflect, gain, vary, differ, change, distance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108401444 A (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 August 2018 (2018-08-14) description, paragraphs [0080]-[0092] and [0115]-[0123], and figures 1 and 10	1-30
X	CN 108700648 A (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 October 2018 (2018-10-23) description, paragraphs [0039]-[0042], and figures 1-2	1-30
X	CN 104483675 A (YANGZHOU TIANMU OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 01 April 2015 (2015-04-01) description, paragraphs [0030]-[0034], and figures 2-6	1-30
X	CN 104777471 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 15 July 2015 (2015-07-15) description, paragraphs [0025]-[0035], and figures 2-3	1-30
X	CN 106842223 A (WUHAN WANJI INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) description, paragraphs [0044]-[0048], [0059], [0079] and [0091], and figures 1 and 4	1-30
X	CN 108415028 A (FASTLASER LIDAR INC.) 17 August 2018 (2018-08-17) description, paragraphs [0024], [0027]-[0028] and [0039]-[0041], and figures 1-2	1-30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2019

Date of mailing of the international search report

27 September 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/070956

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017031009 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 02 February 2017 (2017-02-02) entire document	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/070956

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108401444	A	14 August 2018	WO	2018176288	A1	04 October 2018
CN	108700648	A	23 October 2018	WO	2018176289	A1	04 October 2018
CN	104483675	A	01 April 2015	None			
CN	104777471	A	15 July 2015	CN	104777471	B	21 July 2017
CN	106842223	A	13 June 2017	None			
CN	108415028	A	17 August 2018	None			
US	2017031009	A1	02 February 2017	US	10203400	B2	12 February 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/070956

A. 主题的分类 G01S 7/486(2006.01)i; G01S 7/489(2006.01)i; G01S 17/10(2006.01)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) G01S 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)) CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 深圳市大疆创新科技有限公司, 刘祥, 马亮亮, 信号, 放大, 激光, 光脉冲, 电脉冲, 反射, 增益, 倍数, 不同, 变化, 改变, 测距, 距离, signal, amplif+, magnif+, laser, light, pulse, impulse, electric+, electropulse, reflect, gain, vary, differ, change, distance																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 108401444 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第[0080]-[0092], [0115]-[0123]段、附图1, 10</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 108700648 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 说明书第[0039]-[0042]段、附图1-2</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104483675 A (扬州天目光电科技有限公司 等) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 说明书第[0030]-[0034]段、附图2-6</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104777471 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 说明书第[0025]-[0035]段、附图2-3</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106842223 A (武汉万集信息技术有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第[0044]-[0048], [0059], [0079], [0091]段、附图1, 4</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 108415028 A (深圳市砭石激光雷达有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0024], [0027]-[0028], [0039]-[0041]段、附图1-2</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2017031009 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2017年 2月 2日 (2017 - 02 - 02) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 108401444 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第[0080]-[0092], [0115]-[0123]段、附图1, 10	1-30	X	CN 108700648 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 说明书第[0039]-[0042]段、附图1-2	1-30	X	CN 104483675 A (扬州天目光电科技有限公司 等) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 说明书第[0030]-[0034]段、附图2-6	1-30	X	CN 104777471 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 说明书第[0025]-[0035]段、附图2-3	1-30	X	CN 106842223 A (武汉万集信息技术有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第[0044]-[0048], [0059], [0079], [0091]段、附图1, 4	1-30	X	CN 108415028 A (深圳市砭石激光雷达有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0024], [0027]-[0028], [0039]-[0041]段、附图1-2	1-30	A	US 2017031009 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2017年 2月 2日 (2017 - 02 - 02) 全文	1-30
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 108401444 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第[0080]-[0092], [0115]-[0123]段、附图1, 10	1-30																								
X	CN 108700648 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 说明书第[0039]-[0042]段、附图1-2	1-30																								
X	CN 104483675 A (扬州天目光电科技有限公司 等) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 说明书第[0030]-[0034]段、附图2-6	1-30																								
X	CN 104777471 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 说明书第[0025]-[0035]段、附图2-3	1-30																								
X	CN 106842223 A (武汉万集信息技术有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第[0044]-[0048], [0059], [0079], [0091]段、附图1, 4	1-30																								
X	CN 108415028 A (深圳市砭石激光雷达有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第[0024], [0027]-[0028], [0039]-[0041]段、附图1-2	1-30																								
A	US 2017031009 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2017年 2月 2日 (2017 - 02 - 02) 全文	1-30																								
☐ 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		国际检索报告邮寄日期																								
2019年 9月 17日		2019年 9月 27日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																								
中国国家知识产权局(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		王宁 电话号码 86-(10)-53962609																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/070956

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	108401444	A	2018年 8月 14日	WO	2018176288	A1	2018年 10月 4日
CN	108700648	A	2018年 10月 23日	WO	2018176289	A1	2018年 10月 4日
CN	104483675	A	2015年 4月 1日	无			
CN	104777471	A	2015年 7月 15日	CN	104777471	B	2017年 7月 21日
CN	106842223	A	2017年 6月 13日	无			
CN	108415028	A	2018年 8月 17日	无			
US	2017031009	A1	2017年 2月 2日	US	10203400	B2	2019年 2月 12日