

(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 2020/142948 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 17/88 (2006.01) **G01S 17/36** (2006.01)

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

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/071034

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

(72) 发明人: 高明明 (GAO, Mingming); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。梅雄泽 (MEI, Xiongze); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。刘祥 (LIU, Xiang); 中国广东省深圳市南山区高

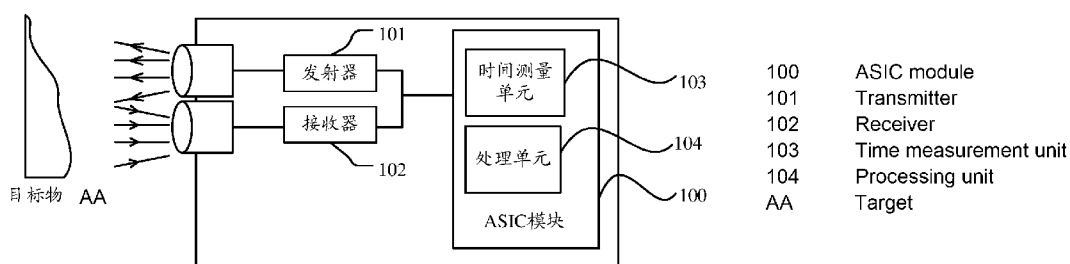
(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (CN)。

(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, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

(54) Title: LASER RADAR DEVICE, APPLICATION-SPECIFIC INTEGRATED CIRCUIT, AND RANGING APPARATUS

(54) 发明名称: 一种激光雷达设备、专用集成电路及测距装置



(57) Abstract: A laser radar device and an application-specific integrated circuit, comprising a transmitter (101) for transmitting a laser emission signal, a receiver (102) for receiving a laser reflection signal, and an application-specific integrated circuit (ASIC) module (100), a processing unit (104) and a time measurement unit (103) being integrated in the ASIC module (100), the time measurement unit (103) being used for recording, according to a logic clock of the ASIC module (100), time measurement information about a signal to be measured, and the processing unit (104) being used for controlling the transmitter (101) and the receiver (102), and calculating, according to the time measurement information output by the time measurement unit (103) and the logic clock of the ASIC module (100), response time of the signal to be measured. The present invention is able to realize single-chip integrated processing of the laser radar device, and obtain the measurement capability of centimeter level, realizing accurate laser radar ranging.

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：一种激光雷达设备及专用集成电路，包括用于发射激光发射信号的发射器(101)、用于接收激光反射信号的接收器(102)和专用集成电路ASIC模块(100)，ASIC模块(100)集成了处理单元(104)和时间测量单元(103)，时间测量单元(103)用于按照ASIC模块(100)的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息；处理单元(104)用于对发射器(101)和接收器(102)进行控制，并根据时间测量单元(103)输出的时间测量信息、ASIC模块(100)的逻辑时钟计算得到待测信号的响应时间。可实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，并且可获得厘米级别的测量能力，更准确地实现激光雷达测距。

一种激光雷达设备、专用集成电路及测距装置

技术领域

本发明涉及电子技术领域，尤其涉及一种激光雷达设备、专用集成电路及测距装置。

背景技术

激光雷达设备是一种通过激光信号的发射和接收来计算获得目标至信号发射点的距离、距离变化、方位等等信息的设备。激光雷达设备在测距时，通过发射器发射出一束激光，激光遇到目标物体后，经过漫反射或反射，返回至激光接收器并转换成电信号。激光激光雷达设备在接收到电信号后，计算发送激光信号、接收激光反射信号的时间间隔 t ，再除以 2，再乘以光速 v ，即可计算出发射器与目标物体的距离 s ；结合光脉冲的发射角度信息，便可重建目标物体的三维深度信息。

由上述提及的计算方式可以看出，由于光速 v 为常数，因此，计算 s 的准确度则取决于时间间隔 t 的精度。如何更为精确地计算激光反射信号的接收时间以此来计算准确的时间间隔成为研究的热点问题。

发明内容

本发明实施例提供了一种激光雷达设备、专用集成电路及测距装置，可将专用的时间测量单元集成到专用集成电路ASIC中，利用ASIC的逻辑时钟频率进行时间计算，以便于实现可以更准确地进行测距的激光雷达设备。

一方面，本发明实施例提供了一种激光雷达设备，包括：用于发射激光发射信号的发射器、用于接收激光反射信号的接收器和专用集成电路ASIC模块，其中：

所述专用集成电路ASIC模块，集成了处理单元和时间测量单元，所述处理单元分别与所述发射器和接收器连接，所述处理单元与所述时间测量单元连接，所述时间测量单元与所述接收器相连；

所述时间测量单元，用于按照专用集成电路ASIC模块的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息，所述待测信号是根据所述接收器接收的激光反射信号得到的；

所述处理单元，用于对发射器和接收器进行控制，并根据时间测量单元输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。

另一方面，本发明实施例还提供了一种专用集成电路，所述专用集成电路集成了处理单元和时间测量单元，所述处理单元与所述时间测量单元连接；

所述时间测量单元，用于按照专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟，记录从外部输入的待测信号的时间测量信息；

所述处理单元，用于根据时间测量单元输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。

本发明实施例采用 ASIC 进行处理单元和时间测量单元的集成，基于 ASIC 的时钟频率进行相关的数据记录，不仅完整地实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，降低成本、功耗、面积、性能更优，更利于结构设计，并且能够得到更为精确的时间等信息，具体能够测量得到百皮秒 (ps)，甚至亚百 ps 的时间测量精度，以获得厘米级别的时间测量能力，从而更加准确地实现激光雷达测距功能。

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 是本发明实施例一种激光雷达设备的结构示意图；

图 2 是本发明实施例时间测量单元的结构示意图；

图 3 是本发明实施例采样与门实现的延时链的结构示意图；

图 4 是本发明实施例粗计时和细计时的实现原理示意图；

图 5a 是本发明实施例一种基于比较器和延时测量电路的结构示意图；

图 5b 是本发明实施例另一种基于比较器和延时测量电路的结构示意图；

图 5c 是本发明实施例的基于比较器进行待测信号采用的效果示意图；

图 6 是本发明实施例一种 ASIC 模块的结构示意图；

图 7 是本发明实施例的一种测距装置的结构示意图；

图 8 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

本发明实施例采用专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）来设计激光雷达设备的核心单元，在 ASIC 中至少集成时间测量单元 103 和处理单元 104 得到一个 ASIC 模块，通过时间测量单元 103 在 ASIC 的逻辑时钟的触发下进行待测信号的时间测量，得到待测信号的时间测量信息，同样集成在 ASIC 上的处理单元 104 基于该时间测量信息可以得到更为精确的响应时间，该响应时间可以用来计算待测信号对应的激光反射信号的接收时间，进而得到更为精确的激光雷达信号收发时间间隔及距离数据。所述 ASIC 模块的逻辑时钟或者说频率可以在集成得到 ASIC 模块时进行配置确定。本发明实施例可以完整地实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，降低成本、功耗、面积、性能更优，更利于结构设计；集成度高，并且能够得到更为精确的时间等信息，具体能够测量得到百皮秒（ps），甚至亚百 ps 的时间测量精度，以获得厘米级别的时间测量能力，从而更加准确地实现激光雷达测距功能。

请参见图 1，是本发明实施例的一种激光雷达设备的结构示意图，在本发明实施例中，所述激光雷达设备包括用于发射激光发射信号的发射器 101、用于接收激光反射信号的接收器 102 和专用集成电路 ASIC 模块 100。可以理解的是，图 1 仅简单地对本发明实施例的激光雷达设备进行结构示意，用于突出集成了时间测量单元 103 和处理单元 104 的 ASIC 模块 100 与激光雷达设备的发射器 101 和接收器 102 之间的关系。在一个具体实施例中，发射器 101 中可包括用于发射激光发射信号的发射器件，还可以根据需要包括分光镜、棱镜、电机等元件，所述接收器 102 中也包括了接收目标反射的激光反射信号的接收器件，以及分光镜、棱镜、电机等元件。并且所述发射器 101 和接收器 102 之间还可以共用一个激光雷达探头，通过内设收发信号切换的方式来发出激光发射信号和接收激光反射信号。在另一个具体实施例中，发射器 101 和接收器 102 之间还可以存在一部分共用的光学元件等等。

所述专用集成电路 ASIC 模块 100，集成了处理单元 104 和时间测量单元 103，所述处理单元 104 分别与所述发射器 101 和接收器 102 连接，所述处理单元 104 与所述时间测量单元 103 连接，所述时间测量单元 103 与所述接收器

102 相连；所述时间测量单元 103，用于按照专用集成电路 ASIC 模块 100 的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息，所述待测信号是根据所述接收器 102 接收的激光反射信号得到的；所述处理单元 104，用于对发射器 101 和接收器 102 进行控制，并根据时间测量单元 103 输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块 100 的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。

其中，所述时间测量单元 103 实现时间信息的精确测量可以包括三种方式，一种方式是基于延时测量电路构建时间测量单元 103 来实现时间信息的精确测量，例如采用电子学时间数字转换（Time-to-Digital Convertor, TDC）电路来实现，通过将接收器 102 接收到的激光反射信号转换为数字信号得到待测信号后，基于 TDC 电路来实现时间信息的精确测量；另一种方式是基于比较器加延时测量电路（例如 TDC）的方式构建时间测量单元 103 来实现时间信息的精确测量，在此方式中，在接收激光反射信号的过程中，接收器 102 输出的信号作为待测信号；再一种方式是基于模数转换单元（Analog-to-Digital Converter, ADC）构建时间测量单元 103 对接收器 102 在接收激光反射信号的过程中输出的信号进行高速采样，来实现时间信息的精确测量。接收器 102 在接收激光反射信号的过程中输出的信号可以是激光反射信号本身，也可以是对激光反射信号经过一些诸如去噪、滤波等处理后的信号。

在一个实施例中，如图 2 所示，所述 ASIC 模块 100 的所述时间测量单元 103 是基于 TDC 电路构建的，所述时间测量单元 103 包括：延时测量电路，所述延时测量电路包括 N 个延时链、锁存器以及计数器；每个延时链的输入为所述待测信号，每个延时链中包括 M 个延时电路，每个延时电路将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路；所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块 100 的锁存时钟信号的有效沿出现时，记录得到所述待测信号的时间测量信息。每一个延时链会得到相应的时间测量信息，基于每一个时间测量信息可以测算得到一个响应时间。最终基于 N 各延时链的响应时间计算得到接收器 102 接收激光反射信号的接收时间。例如 N 个延时链的响应时间求平均即可作为待测信号对应的激光反射信号的接收时间。

可以为每一个延时链配置一个锁存器，也可以配置由大量的寄存器阵列构成的锁存器用于分别存储每一个延时链的时间测量信息；所述计数器用于记录

所述专用集成电路 ASIC 模块 100 的锁存时钟信号的有效沿的个数；其中，N 为大于等于 1 的正整数，M 为大于等于 2 的正整数。在一个实施例中，N 可以取 128，即存在 128 套延时链，会对应 128 套硬件处理结果，基于每一个延时链通过下述计算方式后得到的处理结果，可通过取平均等方式来得到的某个待测信号最终的响应时间。

时间测量单元 103 的输入为对接收器 102 接收到的激光反射信号进行处理后的待测信号，该待测信号可以仅仅是进行了模数转换处理后的信号，例如将激光反射信号转换为数字信号输入到时间测量单元 103 中，具体是输入到图 2 中延时测量电路的延时链中。时间测量单元 103 以 ASIC 的逻辑时钟作为锁存时钟，在锁存器中记录了一个或者多个延时链上的每一个延时电路输出的电平信号对应的电平信息，这些电平信息构成了对应延时链的时间测量信息。在本发明实施例中，时间测量单元 103 主要用于对响应时间的细计时，再结合粗计时得到响应时间，以便最终得到激光反射信号的接收时间。

上述提及的粗计时加细计时的方式主要是指：在一个较大的时间范围（粗计时）内再进行精确时间测量（细计时），例如，在 ASIC 的工作频率被配置为 500MHz 时，每个粗计时的计数时间（即逻辑时钟）对应为 2ns（ns 为纳秒），那么在第 $C_r=100$ 个锁存时钟信号的有效沿出现时，粗计时为 200ns，也就是说可以认为此时接收激光反射信号的粗略时间点为 200ns，但实际上待测信号的实际时间可能更短，因此，需要对第 100 个锁存时钟信号的有效沿对应的待测信号进行细计时，以便于在粗计时的基础上确定更精确的响应时间。以下描述了粗计时加细计时的响应时间计算过程。

ASIC 的时钟周期定义为 T_{ck} ，锁存时钟的计数时间被定义为粗时间，粗计时的测量精度为 T_{ck} ，同时定义粗计数为 C_r ，那么所获得粗计时为 $C_r * T_{ck}$ 。

基于延时链能够得到细计时，每个延时电路大约延时数 ps 到数百 ps，不同厂家、不同器件的这个延时时间有一定差异，每个延时电路延时时间定义为 t_d 为已知，可以根据现有技术进行测量。将待测信号输入到延时链的延时电路内，每 t_d 时间内便会通过一个延时电路。所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块 100 的锁存时钟信号的有效沿出现时，若待测信号为上升沿，则会在锁存器中记录得到上升沿时间测量信息，否则，会在锁存器中记录得到下降沿时间测量信息。

具体的，锁存时钟信号的有效沿出现时，如果是待测信号的上升沿信号，则在锁存器中会锁存住一串“...111111000000...”信息即上升沿时间测量信息，在此时间测量信息中可以得到前面“1”的个数 C_{r1} ，由此可获得上升沿的准确时间为：

$$T_{rising} = C_r * T_{ck} - C_{r1} * t_d ;$$

也就是说，所述处理单元 104 是根据上升沿时间测量信息中出现的 1 的个数（即 C_{r1} ）、延时电路的延时时间间隔（即 t_d ）、所述计数器记录的个数（即 C_r ），以及所述专用集成电路 ASIC 模块 100 的锁存时钟信号的时钟周期（即 T_{ck} ），计算得到 T_{rising} ， T_{rising} 即可以认为是所述待测信号准确的响应时间，该时间可以作为第 C_r 个锁存时钟信号的有效沿时接收到的激光反射信号的接收时间。由于该激光反射信号对应的激光雷达发送信号的发射时间为已知，因此可以计算得到信号的收发时间间隔，从而计算得到第 C_r 个锁存时钟信号的有效沿时准确的距离数据。

另外，锁存时钟信号的有效沿出现时，如果是待测信号的下降沿信号，则在锁存器中会锁存住一串“...000000111111...”信息即下降沿时间测量信息，基于该时间测量信息可以得到前面“0”的个数 C_{f1} ，由此可获得下降沿的准确时间为：

$$T_{falling} = C_r * T_{ck} - C_{f1} * t_d ;$$

在一个实施例中，时间测量单元 103 可以输出锁存器中记录的时间测量信息给处理单元 104，以供处理单元 104 进行响应时间和/或接收时间的测算。在其他实施例中，时间测量单元 103 也可以进一步集成测算单元，由该测算单元来计算响应时间和/或接收时间。

在一个实施例中，延时电路包括但不限于使用 OR2（两个输入的或门）或者是 AND2（两个输入的与门）。所述延时电路在包括与门时，所述延时链中一个与门的一输入端固定为高电平，所述与门的另一输入端为所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述与门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路，作为下一级延时电路（下一级与门）的输入。如图 3 所示，采用了多个 AND2 构成了一个延时链，通过 AND2 构成一个延时电路，AND2 包括 2 个输入，一个输出，其中的一个输入固定接 1 即高电平信号，另外一个输入用于与上一级

的输出级联，输出与下一级与门的输入级联，同时将输出连接到寄存器上，实现时间测量信息的检测。

所述延时电路在包括或门时，所述延时链中一个或门的一输入端固定为低电平，所述或门的另一输入端输入所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述或门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器，并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路（下一级或门），作为下一级延时电路的输入。也就是说，通过 OR2 构成一个延时电路，OR2 包括 2 个输入，一个输出，其中的一个输入固定接 0 即低电平信号，另外一个输入用于与上一级的输出级联，输出与下一级或门的输入级联，同时将输出连接到寄存器上，实现时间测量信息的检测。其中，第一级 AND2 或者 OR2 的输入连接的是待测信号。

在 ASIC 模块 100 中，可以根据需要进行物理约束，调整延时电路之间的距离，并调整寄存器的位置分布，可以使得 ASIC 模块 100 中的走线长度相对固定，走线延时较为均匀。

所述锁存器包括：集成在所述专用集成电路 ASIC 模块 100 上的寄存器阵列，所述时间测量信息是由寄存器阵列记录的。通过锁存阵列，逻辑检测出上述的“... 111111000000...”或“... 000000111111...”，实现待测信号的上升沿、下降沿对应的边沿 1（上升沿/下降沿的 fine_cnt）的位置检测，以便于计算出响应时间。基于粗计时和细计时的方式，例如 2ns 最大对应 100 个延时链，那么每个延时链对应的时间是 20ps，也就是说会在纳秒下细计时精确到皮秒级别，相比 4G 的时钟 clock 信号，精度提高一个数量级。

在计算时间间隔时，需要记录激光发射信号的上升沿时刻，由于激光发射信号是激光雷达设备主动发出的，因此发射时间可控，且发射过程中的链路延时比较固定，补偿可近似为一个固定值（补偿值与温度相关）；同时，图 4 示出了本发明实施例的粗计时和细计时的实现原理示意图，通过粗计时加细计时的时间测量方式，可以对某个激光发射信号对应返回的激光反射信号进行测量，得到对应的待测信号的响应时间，再基于响应时间计算接收时间，通过发射时间和接收时间即可得到激光发射信号和激光反射信号之间的时间间隔 t 。

在一个实施例中，将接收器 102 接收到的激光反射信号转换成待测信号可以通过一个模数转换单元 ADC 来实现的，也就是说，在所述专用集成电路

ASIC 模块 100 上还集成了模数转换单元, 所述模数转换单元用于将所述接收器 102 输出的信号进行模数转换得到待测信号, 并将转换得到的待测信号输出至所述时间测量单元 103。在一个实施例中, 所述接收器 102 输出的信号可以是接收到的激光反射信号本身。

所述模数转换单元可以将转换得到的待测信号分别发送给 N 套延时链, 当然也可以在 ASIC 模块 100 上集成多个模数转换单元来分别对接收器 102 输出的信号进行模数转换, 得到待测信号。并且每个模数转换单元分别向 N 个延时链中的一个或者多个延时链传输待测信号。

在一个实施例中, 所述时间测量单元 103 可以包括比较器和上述提及的 TDC 电路, 比较器的一个输入为所述接收器 102 在接收激光反射信号的过程中输出的待测信号, 所述比较器的另一个输入为一参考信号; 所述比较器根据接收器 102 输出的待测信号的电平幅值和参考信号的电平幅值, 产生输出信号, 并将输出信号输出至所述延时测量电路, 例如可将输出信号输出至所述延时测量电路的延时链中。比较器的作用主要在于对待测信号进行不同电平幅度的采样得到采样信号, 而 TDC 则对不同的采样信号进行上述提及的细计时的时间测量, 不同采样幅度的采样信号下可能得到不同的细计时的时间测量结果, 基于不同的细计时的时间测量结果通过诸如求取平均值的计算方式, 能够得到更为精确的细计时。

各比较器所采用的参考信号对应的电平幅度不相同, 当然也可以存在部分比较器之间所采用的参考信号对应的电平相同的情况。采用高速比较器加 TDC 电路的方式, 可以理解为基于电压阈值 (不同电压阈值对应不同的电平幅度) 的时间采样方式。基于电压阈值采样时, 其采样点与待测信号之间有相关关系, 可以认为直接获取了待测信号的时间信息, 如此获得的待测信号的时间信息更加有效直接。

如图 5a 所示, 比较器的信号输入脚 3 可以直接与接收器 102 相连, 接收到的输入信号 Signal_in 为所述接收器 102 输出的信号, 比如激光反射信号, 当然也可以通过一个信号处理电路与接收器 102 相连, 接收的是经过该信号处理电路进行处理后的信号, 例如由该信号处理电路对接收器 102 接收到的激光反射信号进行去噪、滤波等处理后的信号。比较器的信号输入脚 4 为一个参考信号 Comparator_Ref, 具体为一个具有一定电平幅度的信号。所述比较器的第

6 引脚的 VCC_COMP 和所述比较器的第 2 引脚的 VCC_COMP_IN 表示电源输入。比较器的引脚 1 输出比较后的电平信号，具体是将比较后的电平信号输出至延时测量电路。当激光反射信号的电平幅度超过参考信号对应的电平幅度时比较器的输出信号为高电平，否则，输出信号为低电平。比较器可以选用专用比较器，也可以在 ASIC 模块中集成差分端口以替代比较器。

为了保证获得更为准确、直接的响应时间等时间信息，并且减少由于多变的脉冲信号强度、噪声以及环境带来的不利影响，在一个实施例中可以采用多电压阈值比较器加多路 TDC 电路的方式来进行时间测量。如图 5b 所述，包括了多个比较器和对应的 TDC 电路，为了方便随时调整各个比较器的参考信号的电平幅度，还可以选择一个信号发射单元基于相应的电平幅度阈值向比较器输出参考信号，电平幅度阈值可以通过信号发射单元配置，该信号发射单元可以作为一个数字模拟转换器（Digital to analog converter, DAC）器件，由 DAC 器件产生需要的电平幅度阈值的信号作为参考信号，并且该信号发射单元基于不同的电平幅度阈值输出到各比较器的参考信号的电平幅值可以不相同。基于不同的电平幅度阈值所对应的参考信号达到的采集效果如图 5c 所示，通过四阈值的比较器后，可以获得脉冲前后沿一共八个采样点的数据，依次分别得到 (t_1, V_{f01}) 、 (t_2, V_{f02}) 、 (t_3, V_{f03}) 、 (t_4, V_{f04}) 、 (t_5, V_{f04}) 、 (t_6, V_{f03}) 、 (t_7, V_{f02}) 、 (t_8, V_{f01}) 八个采样点的时间-电压信息。同样，可以采用 8 阈值、12 阈值甚至更多阈值的比较器以得到更多的采样点的数据，激光反射信号从一个输入引脚输入，经过 N 个比较器和 TDC，最多可得到 2N 个采样点，从而保证获取到更为准确的激光反射信号的接收时间。可以理解的是，N 值越大，得到的采样点越多，由此获取得到的信号脉冲信息就越丰富，基于延时测量电路而得到的时间信息（如响应时间）就更准确。

在一个实施例中，时间测量单元 103 还可以通过多个的模数转换单元来实现，由高速 ADC 的采样方式实现时间测量，ADC 采样可以理解为基于时间轴的等间隔电压采样方式，其采样时间与待测信号之间是相互独立的，没有时间关系。对时间信息的提取，需要一定的提取算法实现。在一个实施例中，可预先建立脉冲模型，基于该脉冲模型和 ADC 采样得到的采样信息还原脉冲形状，基于还原得到的脉冲形状确定时间信息（如响应时间）；或者，由于脉冲边沿是线性的，那么也可以根据采样信息直接计算出时间信息（如响应时间）。

当然，为了保证响应时间的准确，可以结合上述提及的比较器加 TDC 的时间测量方式和高速 ADC 的时间测量方式来综合测量响应时间。再进一步地可以求取所有响应时间的平均值，作为接收器接收到的激光反射信号的接收时间；也可以使用不同权重求均值的方式计算接收时间；或者根据其中一个计算得到的响应时间来计算接收器接收到激光反射信号的接收时间，而另一个响应时间用于校验测量的准确性，例如，两者基于测量的响应时间得到接收时间接近时，说明本次测算准确，如果相差较大（大于预设的阈值），则认为当前得到的响应时间或接收时间不准确。

本发明实施例可以实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，降低成本、功耗、面积、性能更优，更利于结构设计，并且能够得到更为精确的时间等信息，以获得厘米级别的时间测量能力，更准确地实现激光雷达测距功能。

再请参见图 6，是本发明实施例的一种 ASIC 模块的结构示意图，在该 ASIC 模块中集成了上述提及的时间测量单元 602、以及实现所述处理单元的功能的中央处理器 CPU601，还根据需要集成了其他功能单元，可以理解的是，这些其他功能单元或者是用于增加激光雷达设备的功能，或者可以在其他的电路上实现，例如另外采用一个 ASIC 模块或者现场逻辑门阵列（field-programmable gate array, FPGA）模块来实现。在本法实施例中，集成在 ASIC 模块中的其他的功能单元及其功能描述如下。

在一个实施例中，集成在 ASIC 中的中央处理器 CPU601 负责 ASIC 模块整体的调度和部分功能控制，以及部分算法处理、实现。该 CPU601 例如可以与上述提及的处理单元相对应，其能够实现所述处理单元的上述功能，当然在其他实施例中，该中央处理器也可以与上述提及的处理单元为不同的功能单元。CPU 集成在整个 ASIC 模块的片上系统（System on Chip, SOC）中，可以整合诸如进阶精简指令集机器（Advanced RISC Machine, ARM）处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processing, DSP）等处理器，或者其他一些低功耗控制处理器，各个处理器与外部传感器或其他处理平台通过接口对接，如通过控制器局域网络（Controller Area Network, CAN）接口、集成电路总线（Inter-Integrated Circuit, IIC）、以太网接口等对接，可以实现完整的单芯片解决方案。

在一个实施例中，可以在 ASIC 模块中集成接口单元 603，可以根据需要

集成 高速接口，例如以太网接口；和/或集成一些低速接口，例如通用异步收发传输器（Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART）、IIC、CAN、串行外设接口（Serial Peripheral Interface, SPI）等接口。

在一个实施例中，在 ASIC 模块中集成 ADC 单元 604 用于模数转换，包括上述提及的可以对接收器接收到的激光反射信号进行模数转换。所述模数转换单元还用于对输入的关于所述激光雷达设备的时钟影响信号进行模数转换，并将转换后的时钟影响信号传输给所述处理单元。所述模数转换单元还可以用来采集当前的时钟影响信号。所述时钟影响信号例如可以包括：外部的电压监测、温度监测等。集成的处理单元基于电压和温度，在进行上述的响应时间计算时可以对应于温度和/或电压引入一些补偿值，以更为准确地进行响应时间的计算，其中，在所述专用集成电路 ASIC 模块上集成的是分时复用的模数转换单元。基于时分复用的模数转换单元，在不同的时间段执行不同的处理，例如在 0~1ms 用于激光反射信号 A 的模数转换、在 1~2ms 用于激光反射信号 B 的模数转换，在模数转换单元内部产生 1ms 的指示脉冲。

在一个实施例中，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了角度测量单元 605，所述角度测量单元 605 用于测量所述接收器和/或所述发射器的角度信息，并将测量得到的角度信息输出给所述处理单元。所述接收器和发射器上包括至少一个电机，通过电机的转动来带动棱镜等光学元件的转动，从而使得发射器和接收器可在不同的角度发射激光发射信号和接收激光反射信号，实现区域扫描检测。而所述角度测量单元 605 用于测量所述至少一个电机的角度来得到角度信息，确定信号发射角度、信号接收角度等，以便于实现电机角度信息记录，进而实现所探测的环境或者目标的 3D 重建。在一个实施例中，所述角度信息包括：由所述角度测量单元 605 根据对电机输出的控制信号中高电平的持续时间计算得到的电机的转速和转动角度。

在一个实施例中，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了控制单元 606，所述控制单元 606 用于对所述接收器和所述发射器进行控制，具体包括上述提及的发射器或接收器对应的电机的转速、角度控制，以及激光发射信号的发射控制和激光反射信号的接收控制等。在一个实施例中，所述控制单元 606 用于对发射器的发射电压、补偿参数、发射信号脉冲宽度中的任意一种或多种进行控制；所述控制单元 606 用于对接收器的接受电压、补偿参数、接收增益中的

任意一种或多种进行控制。

在一个实施例中，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了算法处理单元 607，所述算法处理单元 607 用于根据预置的算法对激光雷达数据进行计算，所述激光雷达数据包括：所述发射器发射的激光发射信号时的发射时间、所述接收器接收到的激光反射信号对应的点云数据、所述处理单元基于所述接收到的激光反射信号计算得到的响应时间或接收时间中的任意一个或者多个。所述算法处理单元 607 实现的运算可以包括距离计算，反射率计算，激光角度计算，排序，点云滤波，图像识别等；在一个实施例中，所述算法处理单元 607 还用于根据电机角度和光学原理计算得到激光发射信号的发射角度以及激光反射信号的接收角度等。

在一个实施例中，所述专用集成电路 ASIC 模块中还可以集成压缩单元 608，由于激光雷达数据（例如激光点云数据）的数据量非常大、且实时性高，需要进行在线压缩以降低带宽，集成压缩单元可以提高整个系统的实用型。

在其他的一些实施例中，所述专用集成电路 ASIC 模块中还可以集成内存控制器例如 ddr 控制器，通用输入/输出（General Purpose Input Output，GPIO）单元等，还可以集成全局的时间戳 timestamp 单元等。

上述的各个单元可以作为在 ASIC 模块中并行涉及的 IP 核，在 ASIC 模块可以让多个 IP 核同时运行，这样在单位时间内能够处理更多的数据。

本发明实施例采用 ASIC 进行处理单元和时间测量单元的集成，基于 ASIC 的时钟频率进行相关的数据记录，不仅完整地实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，降低成本、功耗、面积、性能更优，更利于结构设计，并且能够得到更为精确的时间等信息，获得厘米级别的时间测量能力，从而更加准确地实现激光雷达测距功能。

本发明实施例还提供了一种专用集成电路 ASIC，该 ASIC 可以单独作为一个芯片产品，应用到激光雷达产品等需要对待测信号的时间进行高精度测量的产品中。在一个实施例中，所述专用集成电路集成了处理单元和时间测量单元，所述处理单元与所述时间测量单元连接；所述时间测量单元，用于按照专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息，所述待测信号是根据外部输入的信号得到的，外部输入的信号可以是激光雷达设备的接收器在接收激光反射信号的过程中输出的信号；所述处理单元，用于根据时间

测量单元输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。其中，所述外部输入的待测信号可以是指上述提及的由激光雷达设备的接收器输出的信号。所述 ASIC 除了包括所述处理单元、时间测量单元以外，还可以包括模数转换单元、角度测量单元、算法处理单元等等结构，所述 ASIC 的具体实现可参看前述实施例的描述，具体可以参考图 6 所示的结构，在此不再赘述。

本发明实施例采用 ASIC 进行处理单元和时间测量单元的集成，基于 ASIC 的时钟频率作数据记录，不仅完整地实现激光雷达设备的单颗芯片集成处理，降低成本、功耗、面积、性能更优，更利于结构设计，并且能够得到更为精确的时间等信息，具体能够测量得到百皮秒 (ps)，甚至亚百 ps 的时间测量精度，以获得厘米级别的时间测量能力，从而更加准确地实现激光雷达测距功能。

本发明实施例还提供了一种测距装置，该测距装置可以是激光雷达、激光测距设备等电子设备。在一个实施例中，上述实施例中提及的激光雷达设备和专用集成电路可以应用在测距装置上。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 7 所示的测距装置 700 对测距的工作流程进行举例描述。

如图 7 所示，测距装置 700 可以包括发射电路 710、接收电路 720、采样电路 730 和运算电路 740。

发射电路 710 可以发射光脉冲序列 (例如激光脉冲序列)。接收电路 720 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 730。采样电路 730 可以对电信号进行采样，以获取采样结果。运算电路 740 可以基于采样电路 730 的采样结果，以确定测距装置 700 与被探测物之间的距离。

可选地，该测距装置 700 还可以包括控制电路 750，该控制电路 750 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 7 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 7 所示的电路，测距装置 700 还可以包括扫描模块 760，用于将发射电路 710 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 710、接收电路 720、采样电路 730 和运算电路 740 的模块，或者，包括发射电路 710、接收电路 720、采样电路 730、运算电路 740 和控制电路 750 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 760。

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 8 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 200 包括测距模块 210，测距模块 210 包括发射器 203（可以包括上述的发射电路）、准直元件 204、探测器 205（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 206。测距模块 210 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 203 可以用于发射光脉冲序列。在一个实施例中，发射器 203 可以发射激光脉冲序列。可选的，发射器 203 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 204 设置于发射器 203 的出射光路上，用于准直从发射器 203 发出的光束，将发射器 203 发出的光束准直为平行光出射至扫描模块。准直元件 204 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 204 可以是准直透镜或者是其他能够准直光束的元件。

在图 8 所示实施例中,通过光路改变元件 206 来将测距装置内的发射光路和接收光路在准直元件 204 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 203 和探测器 205 分别使用各自的准直元件,将光路改变元件 206 设置在准直元件之后的光路上。

在图 8 所示实施例中,由于发射器 203 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 203 的出射光,反射镜用于将回光反射至探测器 205。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 8 所示实施例中,光路改变元件偏离了准直元件 204 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 204 的光轴上。

测距装置 200 还包括扫描模块 202。扫描模块 202 放置于测距模块 210 的出射光路上,扫描模块 202 用于改变经准直元件 204 出射的准直光束 219 的传输方向并投射至外界环境,并将回光投射至准直元件 204。回光经准直元件 204 汇聚到探测器 205 上。

在一个实施例中,扫描模块 202 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 202 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 202 的多个光学元件可以绕共同的轴 209 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 202 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 202 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 202 包括第一光学元件 214 和与第一光学元件 214 连接的驱动器 216，驱动器 216 用于驱动第一光学元件 214 绕转动轴 209 转动，使第一光学元件 214 改变准直光束 219 的方向。第一光学元件 214 将准直光束 219 投射至不同的方向。在一个实施例中，准直光束 219 经第一光学元件改变后的方向与转动轴 209 的夹角随着第一光学元件 214 的转动而变化。在一个实施例中，第一光学元件 214 包括相对的非平行的一对表面，准直光束 219 穿过该对表面。在一个实施例中，第一光学元件 214 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 214 包括楔角棱镜，对准直光束 219 进行折射。

在一个实施例中，扫描模块 202 还包括第二光学元件 215，第二光学元件 215 绕转动轴 209 转动，第二光学元件 215 的转动速度与第一光学元件 214 的转动速度不同。第二光学元件 215 用于改变第一光学元件 214 投射的光束的方向。在一个实施例中，第二光学元件 215 与另一驱动器 217 连接，驱动器 217 驱动第二光学元件 215 转动。第一光学元件 214 和第二光学元件 215 可以由相同或不同的驱动器驱动，使第一光学元件 214 和第二光学元件 215 的转速和/或转向不同，从而将准直光束 219 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 218 控制驱动器 216 和 217，分别驱动第一光学元件 214 和第二光学元件 215。第一光学元件 214 和第二光学元件 215 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 216 和 217 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 215 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 215 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 215 包括楔角棱镜。

一个实施例中，扫描模块 202 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。

扫描模块 202 中的各光学元件旋转可以将光投射至不同的方向，例如方向 211 和 213，如此对测距装置 200 周围的空间进行扫描。当扫描模块 202 投射出的光 211 打到探测物 201 时，一部分光被探测物 201 沿与投射的光 211 相反的方向反射至测距装置 200。探测物 201 反射的回光 212 经过扫描模块 202 后入射至准直元件 204。

探测器 205 与发射器 203 放置于准直元件 204 的同一侧，探测器 205 用于将穿过准直元件 204 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 203 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。

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 203 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。

在一些实施例中，发射器 203 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 200 可以利用脉冲接收时间信息和脉冲发出时间信息计算 TOF，从而确定探测物 201 到测距装置 200 的距离。

测距装置 200 探测到的距离和方位可以用于遥感、避障、测绘、建模、导航等。在一种实施方式中，本发明实施方式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。在某些实施方式中，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。

以上所揭露的仅为本发明部分实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利范围，因此依本发明权利要求所作的等同变化，仍属本发明所涵盖的范围。

权利要求

1、一种激光雷达设备，其特征在于，包括：用于发射激光发射信号的发射器、用于接收激光反射信号的接收器和专用集成电路 ASIC 模块，其中：

所述专用集成电路 ASIC 模块，集成了处理单元和时间测量单元，所述处理单元分别与所述发射器和接收器连接，所述处理单元与所述时间测量单元连接，所述时间测量单元与所述接收器相连；

所述时间测量单元，用于按照专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息，所述待测信号是根据所述接收器接收的激光反射信号得到的；

所述处理单元，用于对发射器和接收器进行控制，并根据时间测量单元输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。

2、如权利要求 1 所述的激光雷达设备，其特征在于，

所述时间测量单元包括：延时测量电路，所述延时测量电路包括 N 个延时链、锁存器以及计数器；

每个延时链的输入为所述待测信号，每个延时链中包括 M 个延时电路，每个延时电路将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路；

所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效沿出现时，记录得到所述待测信号的时间测量信息；

所述计数器用于记录所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效沿的个数；

其中， N 为大于等于 1 的正整数， M 为大于等于 2 的正整数。

3、如权利要求 2 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述时间测量单元包括比较器，比较器的一个输入为所述接收器在接收激光反射信号的过程中输出的待测信号，所述比较器的另一个输入为一参考信号；

所述比较器根据接收器输出的待测信号的电平幅值和参考信号的电平幅

值，产生输出信号，并将输出信号输出至所述延时测量电路。

4、如权利要求 3 所述的激光雷达设备，其特征在于，各比较器所采用的参考信号对应的电平幅值不相同。

5、如权利要求 3 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述时间测量单元还包括信号发射单元，所述信号发射单元产生参考信号输出至所述比较器。

6、如权利要求 5 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述信号发射单元输出到各比较器的参考信号的电平幅值不相同。

7、如权利要求 2-6 任一项所述的激光雷达设备，其特征在于，

所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效沿出现时，若待测信号为上升沿，则记录得到上升沿时间测量信息，否则，记录得到下降沿时间测量信息。

8、如权利要求 2-6 任一项所述的激光雷达设备，其特征在于，所述锁存器包括集成在所述专用集成电路 ASIC 模块上的寄存器阵列，所述时间测量信息是由寄存器阵列记录的。

9、如权利要求 2 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述延时电路包括与门，所述与门的一输入端固定为高电平，所述与门的另一输入端输入所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述与门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路，作为下一级延时电路的输入。

10、如权利要求 2 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述延时电路包括或门，所述或门的一输入端固定为低电平，所述或门的另一输入端输入所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述或门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时

电路，作为下一级延时电路的输入。

11、如权利要求 7 所述的激光雷达设备，其特征在于，

所述处理单元，用于根据上升沿时间测量信息中出现的 1 的个数、延时电路的延时时间间隔、所述计数器记录的个数，以及所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的时钟周期，计算得到所述待测信号的响应时间。

12、如权利要求 1 所述的激光雷达设备，其特征在于，在所述专用集成电路 ASIC 模块上还集成了模数转换单元，所述模数转换单元用于将所述接收器在接收激光反射信号的过程中输出的信号进行模数转换得到待测信号，并将得到的待测信号发送给所述时间测量单元。

13、如权利要求 12 所述的激光雷达设备，其特征在于，在所述专用集成电路 ASIC 模块上集成的是分时复用的模数转换单元。

14、如权利要求 12 或 13 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述模数转换单元还用于对输入的关于所述激光雷达设备的时钟影响信号进行模数转换，并将转换后的时钟影响信号传输给所述处理单元。

15、如权利要求 14 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述时钟影响信号包括：温度信号和/或电压信号。

16、如权利要求 1 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了角度测量单元，所述角度测量单元用于测量所述接收器和/或所述发射器的角度信息，并将测量得到的角度信息输出给所述处理单元。

17、如权利要求 16 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述发射器和/或所述接收器包括至少一个电机，所述角度测量单元用于测量所述至少一个电机的角度来得到所述角度信息。

18、如权利要求 17 所述的激光雷达设备，其特征在于，所述角度信息包括：由所述角度测量单元根据对电机输出的控制信号中高电平的持续时间计算得到的电机的转速和转动角度。

19、如权利要求 1-18 任一项所述的激光雷达设备，其特征在于，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了算法处理单元，所述算法处理单元用于根据预置的算法对激光雷达数据进行计算；

所述激光雷达数据包括：所述发射器发射的激光发射信号时的发射时间、所述接收器接收到的激光反射信号对应的点云数据、所述处理单元基于所述接收到的激光反射信号计算得到的响应时间中的任意一个或者多个。

20、如权利要求 1-18 任一项所述的激光雷达设备，其特征在于，所述处理单元是集成在所述专用集成电路 ASIC 模块上的片上系统 SOC 单元。

21、一种专用集成电路，其特征在于，所述专用集成电路集成了处理单元和时间测量单元，所述处理单元与所述时间测量单元连接；

所述时间测量单元，用于按照专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟，记录待测信号的时间测量信息，所述待测信号是根据外部输入的信号得到的；

所述处理单元，用于根据时间测量单元输出的时间测量信息、专用集成电路 ASIC 模块的逻辑时钟计算得到所述待测信号的响应时间。

22、如权利要求 21 所述的专用集成电路，其特征在于，

所述时间测量单元包括：延时测量电路，所述延时测量电路包括 N 个延时链、锁存器以及计数器；

每个延时链的输入为所述待测信号，延时链中每个延时电路包括 M 个延时电路，每个延时电路将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路；

所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效沿出现时，记录得到所述待测信号的时间测量信息；

所述计数器用于记录所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效

沿的个数;

其中, N 为大于等于 1 的正整数, M 为大于等于 2 的正整数。

23、如权利要求 22 所述的专用集成电路, 其特征在于, 所述时间测量单元包括比较器, 所述比较器的一个输入为待测信号, 所述比较器的另一个输入为一参考信号;

所述比较器根据输入的待测信号的电平幅值和参考信号的电平幅值, 产生输出信号, 并将输出信号输出至所述延时测量电路。

24、如权利要求 23 所述的专用集成电路, 其特征在于, 各比较器所采用的参考信号对应的电平幅值不相同。

25、如权利要求 23 所述的专用集成电路, 其特征在于, 所述时间测量单元还包括信号发射单元, 所述信号发射单元输出的信号作为所述比较器的参考信号。

26、如权利要求 25 所述的专用集成电路, 其特征在于, 所述信号发射单元输出到各比较器的参考信号的电平幅值不相同。

27、如权利要求 22-26 任一项所述的专用集成电路, 其特征在于,

所述锁存器在所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的有效沿出现时, 若待测信号为上升沿, 则记录得到上升沿时间测量信息, 否则, 记录得到下降沿时间测量信息。

28、如权利要求 22-26 任一项所述的专用集成电路, 其特征在于, 所述锁存器包括集成在所述专用集成电路 ASIC 模块上的寄存器阵列, 所述时间测量信息是由寄存器阵列记录的。

29、如权利要求 22-26 任一项所述的专用集成电路, 其特征在于, 所述延时电路包括与门, 所述与门的一输入端固定为高电平, 所述与门的另一输入端

为所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述与门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路，作为下一级延时电路的输入。

30、如权利要求 22-26 任一项所述的专用集成电路，其特征在于，所述延时电路包括或门，所述或门的一输入端固定为低电平，所述或门的另一输入端输入所述待测信号或者上一级延时电路输出的延时后的待测信号；所述或门的输出端将延时后的待测信号输出至所述锁存器、并将延时后的待测信号输出至下一级延时电路，作为下一级延时电路的输入。

31、如权利要求 27 所述的专用集成电路，其特征在于，

所述处理单元，用于根据上升沿时间测量信息中出现的 1 的个数、延时电路的延时时间间隔、所述计数器记录的个数，以及所述专用集成电路 ASIC 模块的锁存时钟信号的时钟周期，计算得到所述待测信号的响应时间。

32、如权利要求 21 所述的专用集成电路，其特征在于，在所述专用集成电路 ASIC 模块上还集成了模数转换单元，所述模数转换单元用于将外部输入的信号进行模数转换得到所述待测信号，并将得到的待测信号发送给所述时间测量单元。

33、如权利要求 32 所述的专用集成电路，其特征在于，在所述专用集成电路 ASIC 模块上集成的是分时复用的模数转换单元。

34、如权利要求 32 或 33 所述的专用集成电路，其特征在于，所述模数转换单元还用于对关于所述专用集成电路的时钟影响信号进行模数转换，并将转换后的时钟影响信号传输给所述处理单元。

35、如权利要求 34 所述的专用集成电路，其特征在于，所述时钟影响信号包括：温度信号和/或电压信号。

36、如权利要求 21 所述的专用集成电路，其特征在于，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了角度测量单元，所述角度测量单元用于测量激光雷达设备中接收器和发射器的角度信息，并将测量得到的角度信息输出给所述处理单元。

37、如权利要求 36 所述的专用集成电路，其特征在于，所述角度测量单元用于测量激光雷达设备中接收器和发射器中包括的电机的角度来得到所述角度信息。

38、如权利要求 37 所述的专用集成电路，其特征在于，所述角度信息包括：由所述角度测量单元根据对电机输出的控制信号中高电平的持续时间计算得到的电机的转速和转动角度。

39、如权利要求 21-38 任一项所述的专用集成电路，其特征在于，所述专用集成电路 ASIC 模块中还集成了算法处理单元，所述算法处理单元用于根据预置的算法对激光雷达数据进行计算；

所述激光雷达数据包括：激光雷达设备的发射器发射激光发射信号时的发射时间、激光雷达设备的接收器接收到的激光反射信号对应的点云数据、所述处理单元基于所述接收到的激光反射信号计算得到的响应时间中的任意一个或者多个。

40、如权利要求 21-38 任一项所述的专用集成电路，其特征在于，所述处理单元是集成在所述专用集成电路 ASIC 模块上的片上系统 SOC 单元。

41、一种测距装置，其特征在于，所述测距装置包括如权利要求 1 至 20 任一项所述的激光雷达设备。

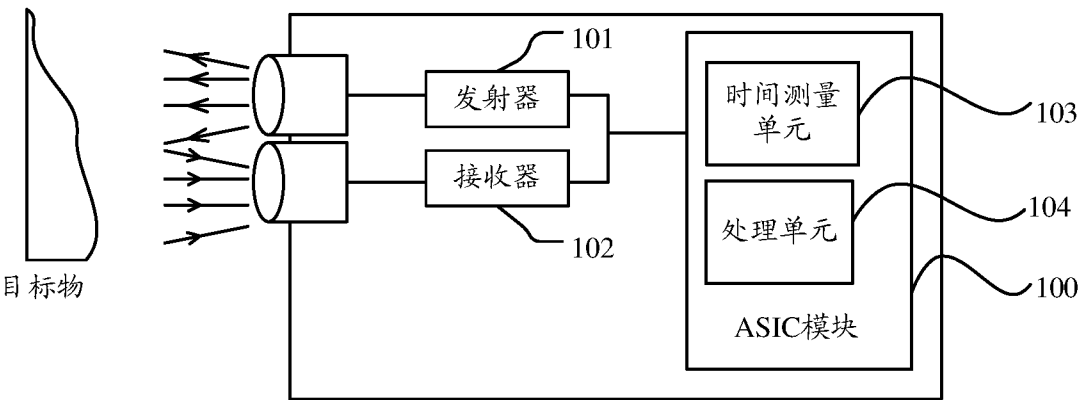


图 1

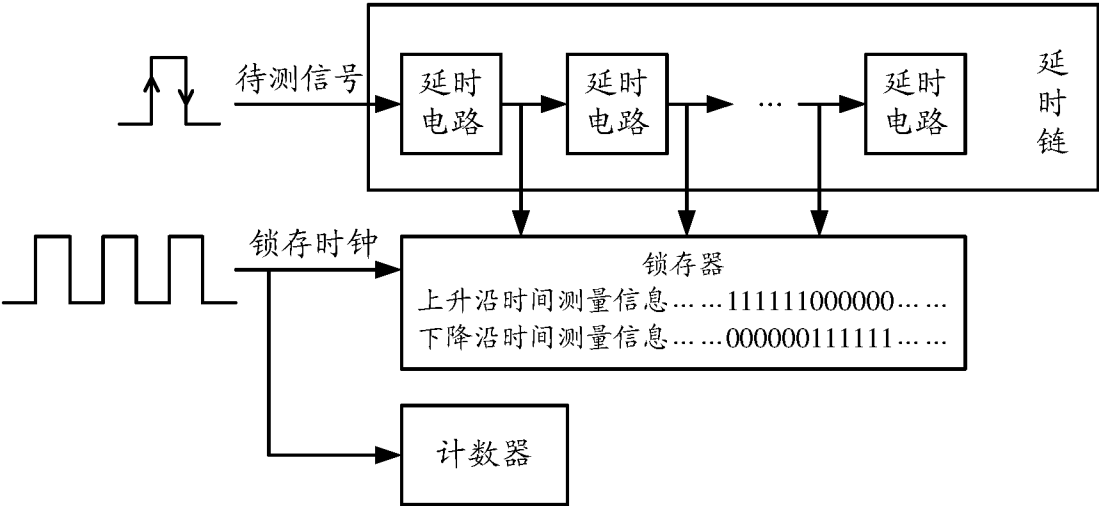


图 2

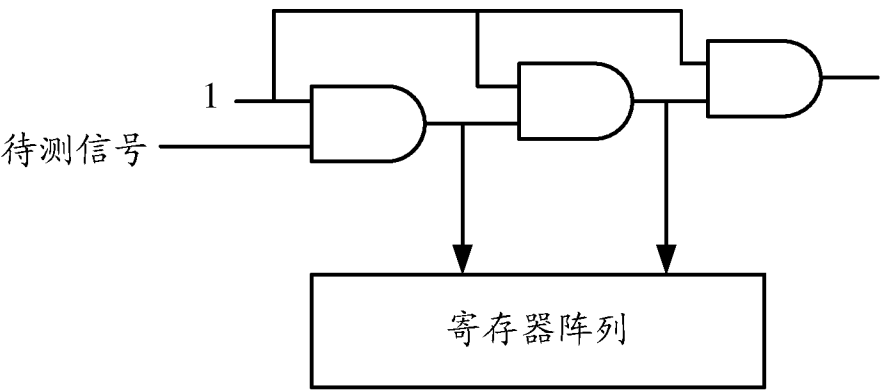


图 3

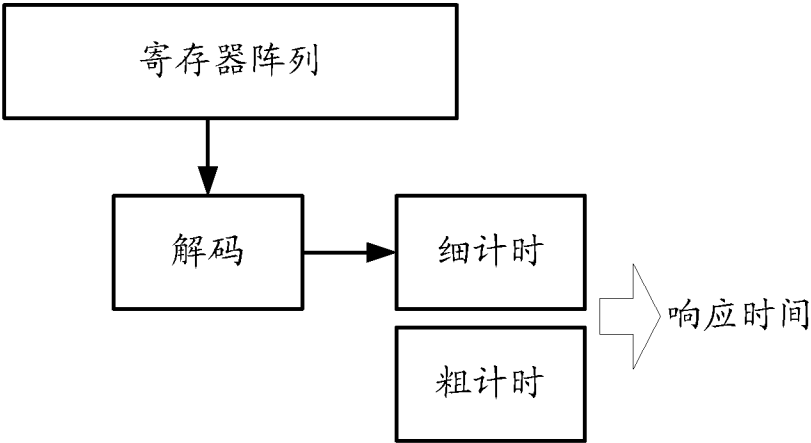


图 4

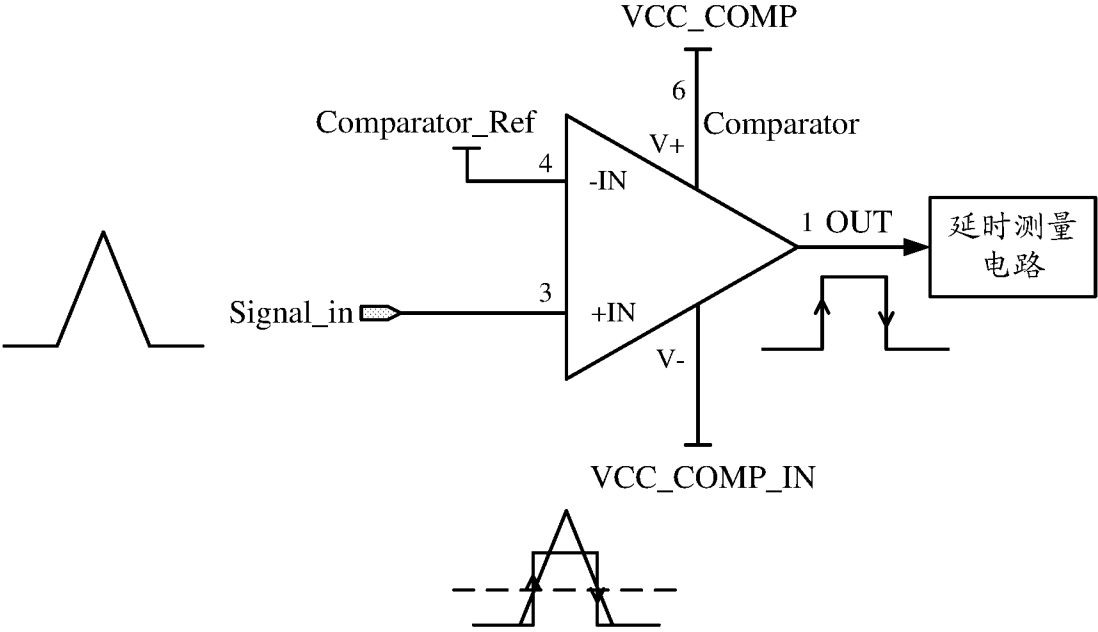


图 5a

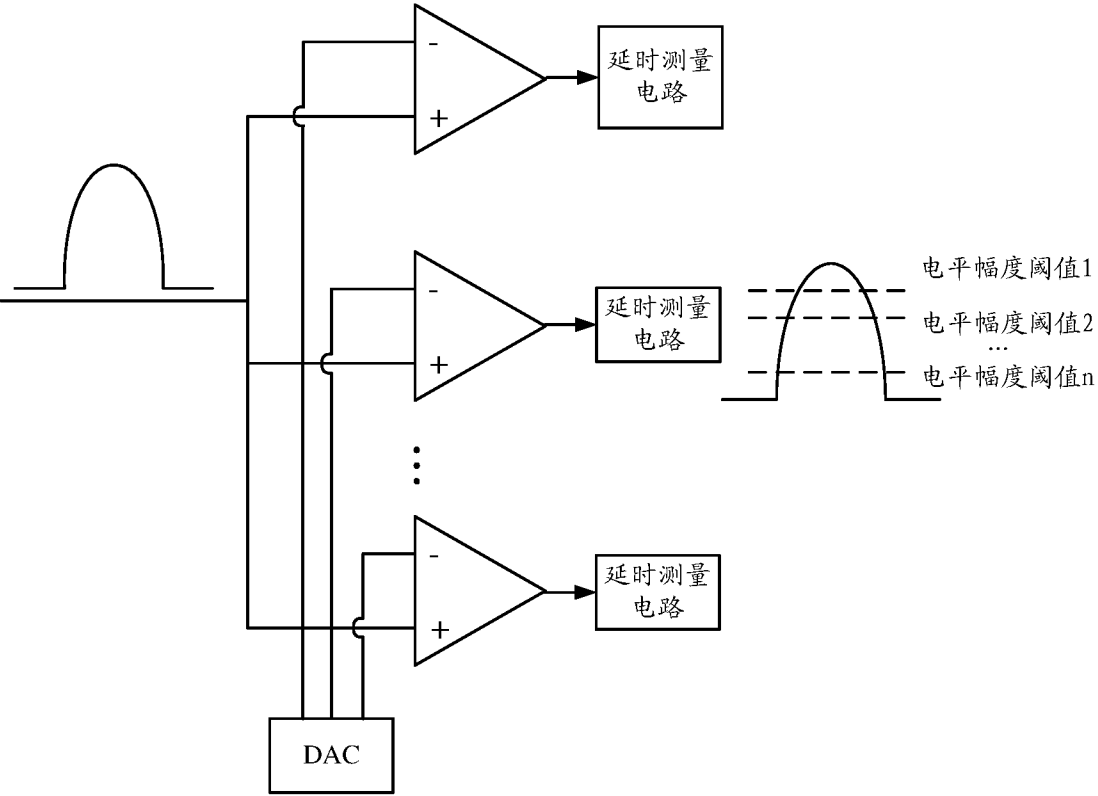


图 5b

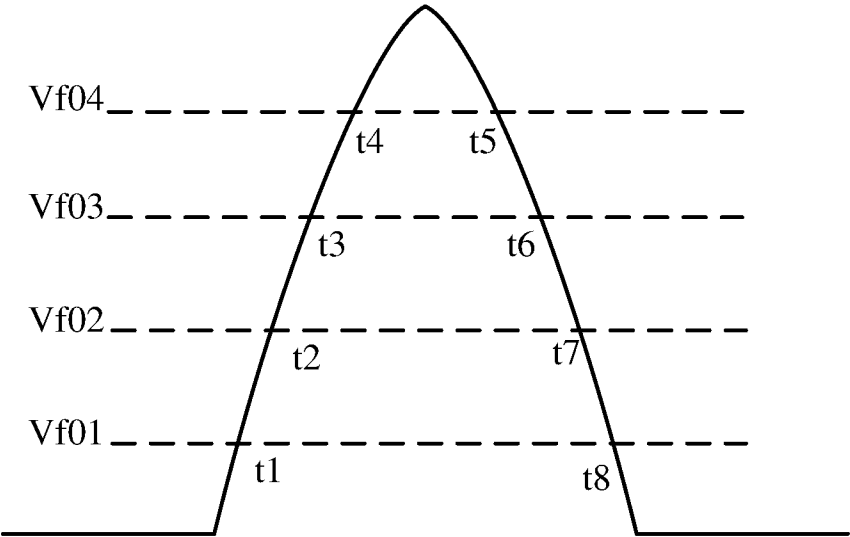


图 5c

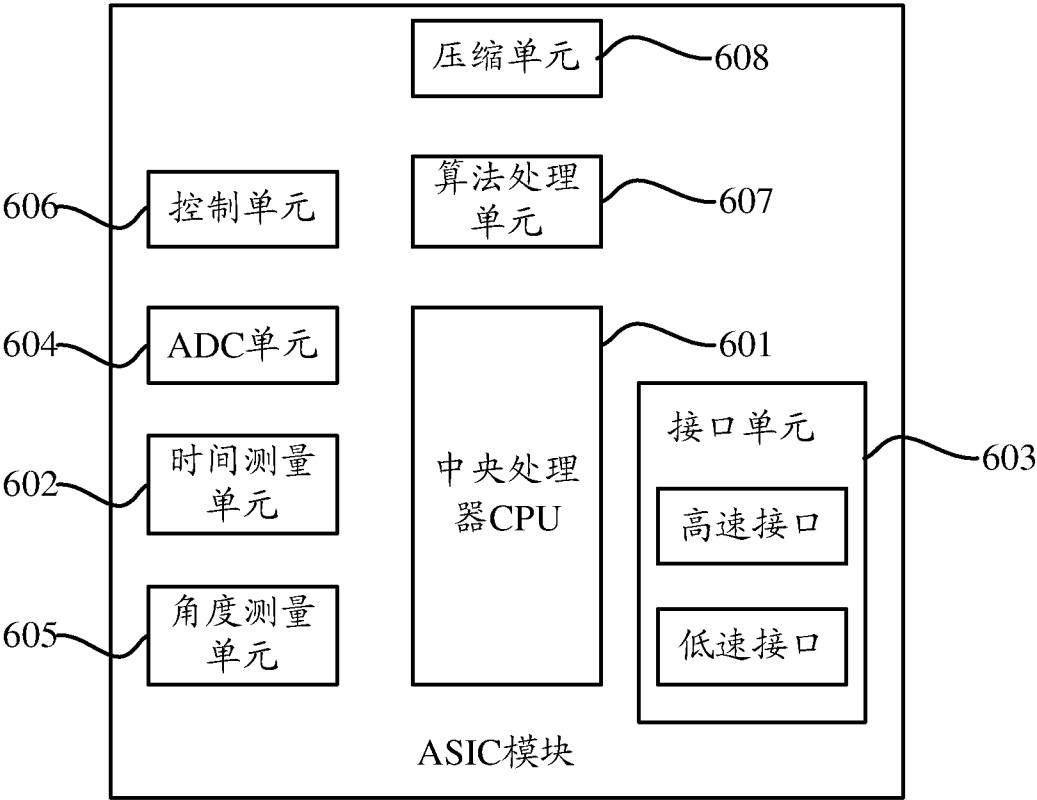


图 6

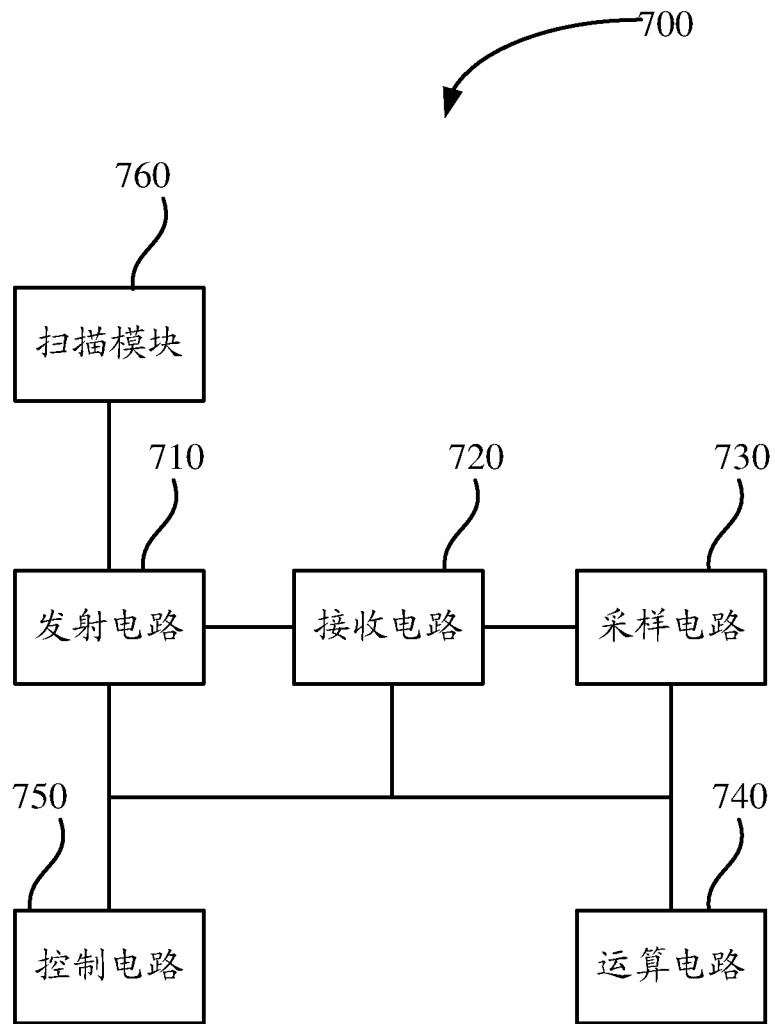


图 7

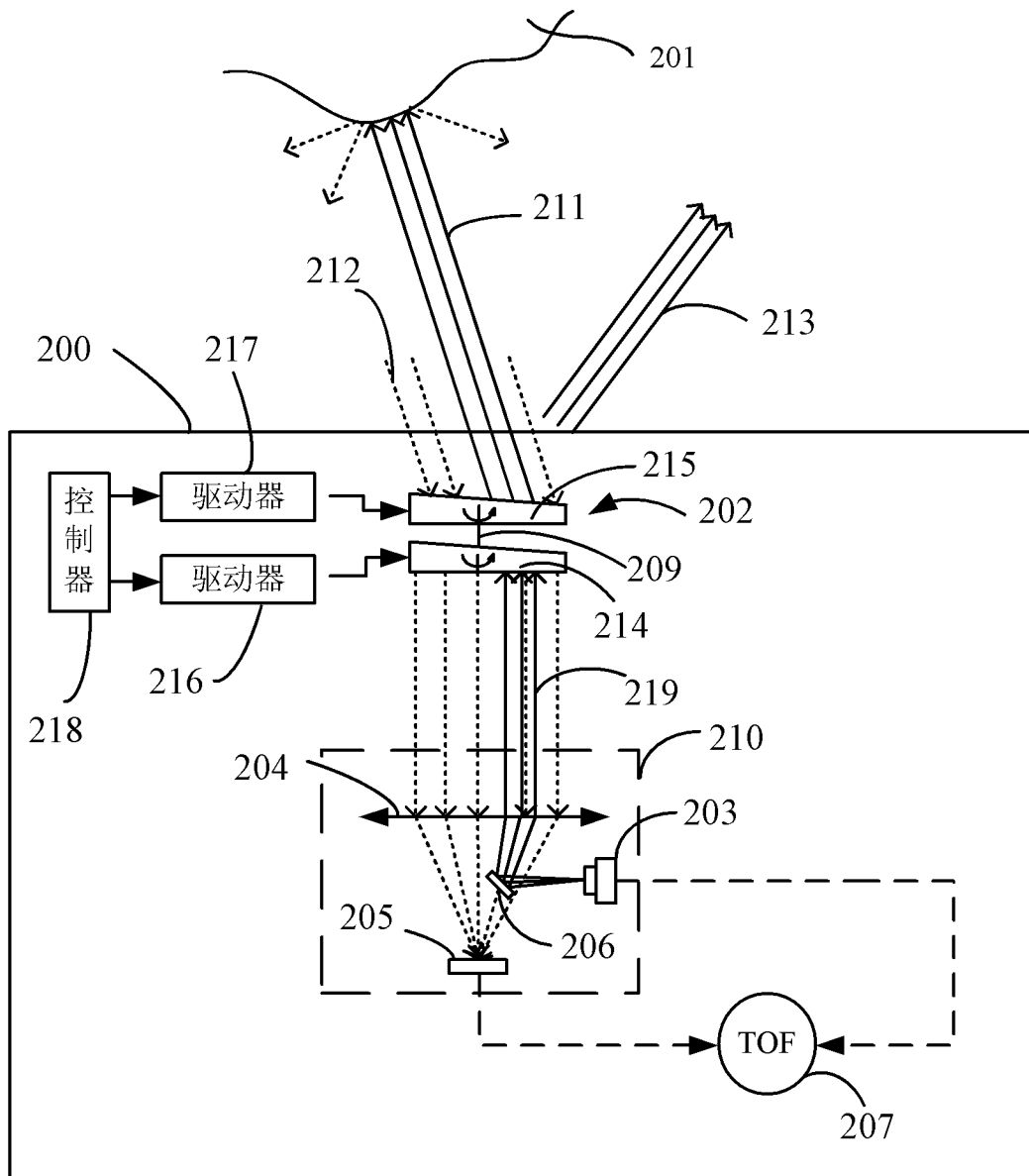


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/071034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/88(2006.01)i; G01S 17/36(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)

G01S17/-

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 深圳市大疆创新科技, 高明明, 梅雄泽, 刘详, 激光, 雷达, 发射, 接收, 集成电路, ASIC, 时间, 测量, 逻辑, 时钟, 延时, 锁存, 计数, laser, radar, rang+, send+, receiv+, distance, measur+, tim+, detect+, logic+, TDC, delay+, chain, latch+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108401445 A (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 August 2018 (2018-08-14) description, paragraphs [0004]-[0113], and figures 1-9	1-41
A	CN 107300705 A (XI'AN FEIXIN ELECTRONIC TECH CO., LTD.) 27 October 2017 (2017-10-27) entire document	1-41
A	CN 101395480 A (SIOPTICAL INC.) 25 March 2009 (2009-03-25) entire document	1-41
A	CN 106773613 A (WUHAN ZHONGPAI TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-41
A	CN 1214478 A (XIDIAN UNIVERSITY) 21 April 1999 (1999-04-21) entire document	1-41
A	US 2013188766 A1 (VOXTEL, INC.) 25 July 2013 (2013-07-25) entire document	1-41



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

18 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 (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/071034

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108401445	A	14 August 2018	WO	2019000373	A1	03 January 2019
CN	107300705	A	27 October 2017	None			
CN	101395480	A	25 March 2009	KR	20080106899	A	09 December 2008
				JP	2009539062	A	12 November 2009
				WO	2008045126	A2	17 April 2008
				US	2010271614	A1	28 October 2010
				EP	1989557	A2	12 November 2008
				US	7936448	B2	03 May 2011
CN	106773613	A	31 May 2017	WO	2018113625	A1	28 June 2018
				CN	106773613	B	22 March 2019
CN	1214478	A	21 April 1999	None			
US	2013188766	A1	25 July 2013	US	8766682	B2	01 July 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/071034

A. 主题的分类 G01S 17/88(2006.01)i; G01S 17/36(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) G01S17/- 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 深圳市大疆创新科技, 高明明, 梅雄泽, 刘详, 激光, 雷达, 发射, 接收, 集成电路, ASIC, 时间, 测量, 逻辑, 时钟, 延时, 锁存, 计数, laser, radar, rang+, send+, receiv+, distance, measur+, tim+, detect+, logic+, TDC, delay+, chain, latch+																							
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 108401445 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[0004]段至第[0113]段、附图1-9</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107300705 A (西安飞芯电子科技有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 全文</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101395480 A (斯欧普迪克尔股份有限公司) 2009年 3月 25日 (2009 - 03 - 25) 全文</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106773613 A (武汉中派科技有限责任公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1214478 A (西安电子科技大学) 1999年 4月 21日 (1999 - 04 - 21) 全文</td> <td>1-41</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013188766 A1 (VOXTEL, INC.) 2013年 7月 25日 (2013 - 07 - 25) 全文</td> <td>1-41</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 108401445 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[0004]段至第[0113]段、附图1-9	1-41	A	CN 107300705 A (西安飞芯电子科技有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 全文	1-41	A	CN 101395480 A (斯欧普迪克尔股份有限公司) 2009年 3月 25日 (2009 - 03 - 25) 全文	1-41	A	CN 106773613 A (武汉中派科技有限责任公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-41	A	CN 1214478 A (西安电子科技大学) 1999年 4月 21日 (1999 - 04 - 21) 全文	1-41	A	US 2013188766 A1 (VOXTEL, INC.) 2013年 7月 25日 (2013 - 07 - 25) 全文	1-41
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 108401445 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[0004]段至第[0113]段、附图1-9	1-41																					
A	CN 107300705 A (西安飞芯电子科技有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 全文	1-41																					
A	CN 101395480 A (斯欧普迪克尔股份有限公司) 2009年 3月 25日 (2009 - 03 - 25) 全文	1-41																					
A	CN 106773613 A (武汉中派科技有限责任公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-41																					
A	CN 1214478 A (西安电子科技大学) 1999年 4月 21日 (1999 - 04 - 21) 全文	1-41																					
A	US 2013188766 A1 (VOXTEL, INC.) 2013年 7月 25日 (2013 - 07 - 25) 全文	1-41																					
☐ 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 2019年 9月 18日		国际检索报告邮寄日期 2019年 9月 27日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 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		授权官员 王建良 电话号码 86-(10)-53962399																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/071034

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	108401445	A	2018年 8月 14日	WO	2019000373	A1	2019年 1月 3日
CN	107300705	A	2017年 10月 27日	无			
CN	101395480	A	2009年 3月 25日	KR	20080106899	A	2008年 12月 9日
				JP	2009539062	A	2009年 11月 12日
				WO	2008045126	A2	2008年 4月 17日
				US	2010271614	A1	2010年 10月 28日
				EP	1989557	A2	2008年 11月 12日
				US	7936448	B2	2011年 5月 3日
CN	106773613	A	2017年 5月 31日	WO	2018113625	A1	2018年 6月 28日
				CN	106773613	B	2019年 3月 22日
CN	1214478	A	1999年 4月 21日	无			
US	2013188766	A1	2013年 7月 25日	US	8766682	B2	2014年 7月 1日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)