(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
2023 年 5 月 19 日 (19.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/083117 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 17/10 (2020.01) *G06M 1/272* (2006.01)
G01S 7/483 (2006.01) *G01S 7/481* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/129927

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 4 日 (04.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111325491.3 2021年11月10日 (10.11.2021) CN

(71) 申请人: 华 为 技 术 有 限 公 司 (**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 王 超 (**WANG, Chao**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (**TDIP & PARTNERS**); 中国北京市西城区裕民路18号北环中心A座2002, Beijing 100029 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

WO 2023/083117 A1

(54) **Title:** DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND TERMINAL

(54) 发明名称: 一种探测方法、装置和终端

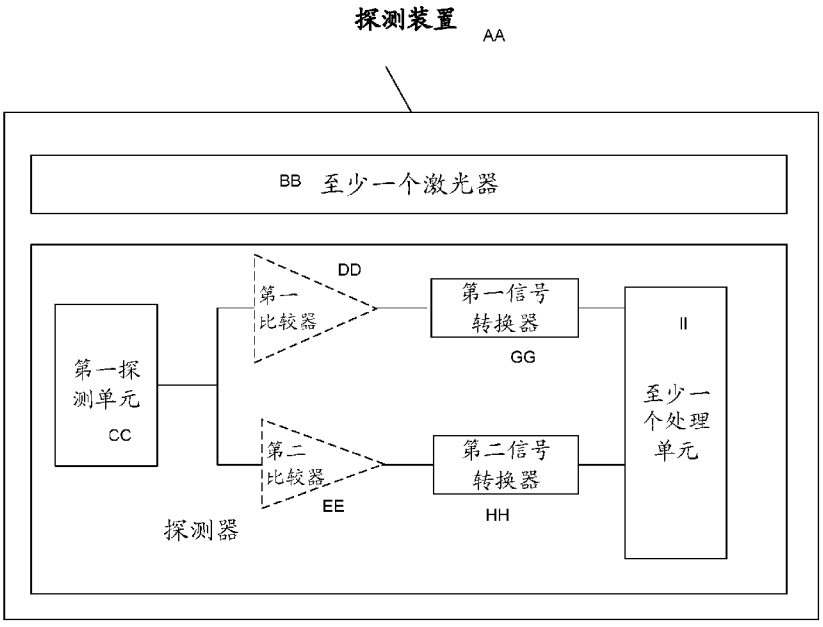


图 4

(57) **Abstract:** A detection method, a processing apparatus, a detection apparatus, a computer-readable storage medium, a terminal and a computer program product. The detection method comprises: controlling at least one laser to transmit a first transmission signal and a second transmission signal at a first moment; controlling a first detection unit to receive a first reflected signal which corresponds to the first transmission signal, and a second reflected signal which corresponds to the second transmission signal; controlling a first signal converter, which is connected to the first detection unit, to process the first reflected signal; controlling a second signal converter, which is connected to the first detection unit, to process the second reflected signal; outputting processing results of the first signal

[见续页]

SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, 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, ME, 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))。

converter and the second signal converter to at least one processing unit; and the processing unit processing the processing results of the first signal converter and the second signal converter. The processing apparatus includes at least one processor and an interface circuit, wherein the interface circuit is used for receiving signals from other apparatuses except the processing apparatus and transmitting the signals to the processor or sending signals from the processor to the other apparatuses except the processing apparatus; and the processor is used for executing the detection method. The detection apparatus includes at least one laser, at least one detection unit and at least one processing unit, wherein each detection unit in the at least one detection unit is connected to a plurality of signal converters. The computer-readable storage medium comprises a program or an instruction, wherein when the program or the instruction is run on a computer, the detection method is executed. The terminal comprises a detection apparatus. The computer program product stores an instruction, wherein when the instruction is run on a computer, the computer executes the detection method.

(57) 摘要：探测方法、处理装置、探测装置、计算机可读存储介质、终端和计算机程序产品。探测方法包括：控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；控制第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；控制与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；控制与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理；将第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元；处理单元对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理。处理装置包含至少一个处理器和接口电路，接口电路用于接收来自处理装置之外的其它装置的信号并传输至处理器或将来自处理器的信号发送给处理装置之外的其它装置，处理器用于执行探测方法。探测装置包含至少一个激光器、至少一个探测单元、至少一个处理单元，至少一个探测单元中的每个探测单元连接多个信号转换器。计算机可读存储介质，包括程序或指令，当程序或指令在计算机上运行时，使得探测方法被执行。终端，包括探测装置。计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行探测方法。

一种探测方法、装置和终端

相关申请的交叉引用

本申请要求在2021年11月10日提交中国专利局、申请号为202111325491.3、申请名称为“一种探测方法、装置和终端”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种探测方法、装置和终端。

背景技术

基于单光子雪崩二极管（single photon avalanche diode，SPAD）探测器的激光雷达具有极高的灵敏度，其测距的基本原理是通过SPAD探测器采集单光子事件，利用信号光子的时空相关特性，区分无时空相关性的噪声光子计数。

具体的，激光雷达的激光器向外发射脉冲，激光雷达的SPAD探测器可以探测到被探测目标反射回来的信号光子。激光雷达统计若干次脉冲发射后，在系统测量时间范围内的信号光子计数，得到针对单光子计数的直方图，然后利用特定的算法对直方图进行数据处理，得到信号光子的时间戳，然后根据信号光子的时间戳计算激光雷达与被探测目标之间的距离。

然而，由于SPAD探测器在探测到光子后存在一定的死时间（deadtime），当环境光产生的光噪声较强时，SPAD 探测器很容易被噪声光子优先触发而没有足够的动态范围响应信号光子，导致激光雷达的测距准确性降低。

因此，如何减少光噪声对激光雷达测距带来的不利影响，是目前需要解决的。

发明内容

本申请提供一种探测方法、装置和终端，用以减少光噪声对激光雷达测距带来的不利影响，提高激光雷达的测距准确性。

第一方面，提供一种探测方法，包括：控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；控制第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；控制与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；控制与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理；将第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元。

根据上述方案，每个探测单元可以连接多个信号转换器，多个信号转换器中的不同信号转换器（如第一信号转换器）可以对在同一时刻发射出去且由同一目标物体反射回来的不同信号分别进行处理，可以提升探测装置探测到的反射信号的数量，进而提升探测装置探测目标物体相关信息的准确性。

应理解，尽管该方案同时会增加探测装置探测到的噪声信号的数量，但是由于在同一时刻发射出去且由同一目标物体反射回来的不同信号之间具有极强的时间相关性，而噪声

信号之间没有时间相关性，在时间上的分布是随机的，因此探测装置实际探测到的反射信号的数量会远远大于探测到的噪声信号的数量，所以该方案可以提升信噪比，减少环境光噪声带来的不利影响，从而有助于提升探测装置探测目标物体相关信息的准确性。

一种可能的实现方式中，第一探测单元为单光子雪崩二极管 SPAD 探测单元，第一信号转换器和第二信号转换器为时间数字转换器 TDC。

如此，通过增加 SPAD 探测单元连接的 TDC 的数量，可以实现对 SPAD 死时间内接收到的信号光子进行计数，进而增加信号光子的计数数量，从而减少环境光噪声带来的不利影响，有助于提升激光雷达对目标物体的探测能力。

一种可能的实现方式中，第一探测单元包含至少一个探测子单元。第一探测单元包含一个探测子单元时，即探测子单元与信号转换器为一对一的关系，可以降低结构的复杂度；当第一探测单元包含多个探测子单元时，即探测子单元与信号转换器可以为多对一的关系，可以进一步提高第一探测单元的探测能力。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同。如此，可以从时间维度增加探测装置的动态范围，即增加探测装置探测光子的时机，从而增加探测装置整体可探测的光子数量。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器和第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。如此，可以从信号幅度维度增加探测装置的动态范围，从而增加探测装置整体可探测的光子数量。

一种可能的实现方式中，方法还包括：控制至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。其中，至少一个目标的信息包括但不限于是至少一个目标的距离、方位、高度、速度、姿态或形状中的一个或多个。

如此，可以实现基于同一探测单元的多个信号转换器的输出结果计算至少一个目标的信息，提高对目标的探测精度。

一种可能的实现方式中，控制至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息，可以包括：控制至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定至少一个目标的位置信息；其中，直方图包括第一探测单元接收第一反射信号和第二反射信号的时间信息。

如此，可以利用直方图可以高效地统计出信号光子的时间戳，进而提高探测装置计算目标相关信息的效率。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间小于或等于第一探测单元对应的死时间。

如此，可以提升探测装置整体对光子的计数能力，有助于进一步提升激光雷达对目标物体的探测能力。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间与第二信号转换器对应的死时间相同，或者，第一信号转换器的类型与第二信号转换器的类型相同。

如此，可以降低探测装置的复杂度。

第二方面，提供一种探测方法，方法包括：至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理；至少一个处理单元

对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理。

一种可能的实现方式中，第一探测单元包含至少一个探测子单元。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同；或者，第一信号转换器和第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

一种可能的实现方式中，至少一个处理单元对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理，包括：至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

一种可能的实现方式中，至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息，包括：至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定至少一个目标的位置信息；其中，直方图包括第一探测单元接收第一反射信号和第二反射信号的时间信息。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间小于或等于第一探测单元对应的死时间。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间与第二信号转换器对应的死时间相同，或者，第一信号转换器的类型与第二信号转换器的类型相同。

一种可能的实现方式中，第一探测单元为 SPAD 探测单元，第一信号转换器和第二信号转换器为 TDC。

第三方面，提供一种处理装置，包含至少一个处理器和接口电路，接口电路用于接收来自处理装置之外的其它装置的信号并传输至处理器或将来自处理器的信号发送给处理装置之外的其它装置，处理器用于执行：控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；控制第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；控制与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；控制与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理；将第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元。

一种可能的实现方式中，第一探测单元包含至少一个探测子单元。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同；或者，第一信号转换器和第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

一种可能的实现方式中，处理器还用于执行：控制至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

一种可能的实现方式中，处理器还用于执行：控制至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定至少一个目标的位置信息；其中，直方图包括第一探测单元接收第一反射信号和第二反射信号的时间信息。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间小于或等于第一探测单元对应的死时间。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间与第二信号转换器对应的死时间相同，或者，第一信号转换器的类型与第二信号转换器的类型相同。

一种可能的实现方式中，第一探测单元为 SPAD 探测单元，第一信号转换器和第二信号转换器为 TDC。

第四方面，提供一种探测装置，包含至少一个激光器、至少一个探测单元、至少一个处理单元，至少一个探测单元中的每个探测单元连接多个信号转换器；至少一个激光器用

于：在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；第一探测单元用于：接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；其中，第一探测单元为至少一个探测单元中的任意一个探测单元；第一探测单元连接第一信号转换器、第二信号转换器；第一信号转换器用于：对第一反射信号进行处理；第二信号转换器用于：对第二反射信号进行处理；至少一个处理单元用于：对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理。

一种可能的实现方式中，第一探测单元包含至少一个探测子单元。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同；或者，第一信号转换器和第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

一种可能的实现方式中，至少一个处理单元用于：根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

一种可能的实现方式中，至少一个处理单元用于：根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定至少一个目标的位置信息；其中，直方图包括第一探测单元接收第一反射信号和第二反射信号的时间信息。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间小于或等于第一探测单元对应的死时间。

一种可能的实现方式中，第一信号转换器对应的死时间与第二信号转换器对应的死时间相同，或者，第一信号转换器的类型与第二信号转换器的类型相同。

一种可能的实现方式中，第一探测单元为 SPAD 探测单元，第一信号转换器和第二信号转换器为 TDC。

第五方面，提供一种处理装置，包括用于执行如第一方面或第一方面任一种可选的实施方式中所述方法的模块。

第六方面，提供一种计算机可读存储介质，包括程序或指令，当程序或指令在计算机上运行时，使得如第一方面或第一方面任一种可选的实施方式中所述方法被执行。

第七方面，提供一种终端，包括如第四方面或第四方面任一种可选的实施方式中所述的装置。

附图说明

图 1 为本申请实施例所适用的激光雷达的一个示意图；

图 2 为一种 SPAD 探测器的结构示意图；

图 3 为单光子计数的示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种可能的探测装置的示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种探测方法的流程图；

图 6A 为本申请实施例提供的一种 SPAD 探测单元工作原理示意图；

图 6B 为本申请实施例提供的一种 TDC 工作原理示意图；

图 7A 为本申请实施例提供的一种 SPAD 探测器的结构示意图；

图 7B 为本申请实施例提供的另一种 SPAD 探测器的结构示意图；

图 8 为本申请实施例提供的另一种探测装置的示意图；

图 9 为第一 TDC 对应的死时间与 SPAD 探测单元对应的死时间的大小关系示意图；

图 10A 为本申请实施例提供的另一种 TDC 工作原理示意图；

图 10B 为本申请实施例提供的另一种 TDC 工作原理示意图；

图 11 为本申请实施例提供的处理装置 1110 的示意图；

图 12 为本申请实施例提供的另一种探测方法的流程图。

具体实施方式

图 1 为本申请实施例所适用的激光雷达的一个示意图。该激光雷法包括激光器、SPAD 探测器和处理器。当然，该激光雷达还可以包括其他器件。其中，激光器用于对外发射脉冲（即发射信号），该脉冲到达被探测目标（也可称为目标物体）后，会被反射回来。SPAD 探测器可以接收到目标物体反射回来的信号光子（即反射信号），根据目标物体反射回来的信号光子输出目标物体的相关信息。处理器用于控制激光器和 SPAD 探测器执行上述操作。其中目标物体的相关信息包括但不限于距离、方位、高度、速度、姿态、形状等中的一个或多个。

参见图 2，为一种 SPAD 探测器的结构示意图，SPAD 探测器可以包括多个 SPAD 探测单元。每个 SPAD 探测单元通过比较器与 TDC 的相连，TDC 之后连接一个或多个处理单元。当然，比较器也可以被包括在 SPAD 探测单元内或被包括在 TDC 内，因此图 2 中以虚线表示比较器是可选的。另外，SPAD 探测器还可以包括其它部件，或者图 2 所示的部分部件（如处理单元）也可以设置在 SPAD 探测器之外，本申请不做限制。

其中，SPAD 探测单元用于在脉冲发射后，接收光子（这里的光子可能是信号光子，也可能是噪声光子），在收到单个光子后发生倍增效应，输出一个模拟脉冲信号；比较器用于对 SPAD 探测单元输出的模拟脉冲信号进行处理，生成数字脉冲信号，即产生矩形波（或者称为方波）；TDC 用于响应于矩形波信号的上升沿，进行单光子计数（这里的单光子计数可能是对信号光子计数，也可以能对噪声光子计数）；一个或多个处理单元统计若干次脉冲发射后在系统测量时间范围内的单光子计数，得到针对单光子计数的直方图，然后利用特定的算法对直方图进行数据处理，得到信号光子的时间戳，然后根据信号光子的时间戳计算激光雷达与目标物体之间的距离。

图 3 为单光子计数的示意图。以比较器设置在 TDC 内（即矩形波由 TDC 产生）为例，在 t1 时刻，SPAD 探测单元接收到第一个光子，该光子可以是信号光子或噪声光子。该 SPAD 探测单元响应于接收到的该光子，发生雪崩倍增，输出模拟脉冲信号，该模拟脉冲信号通过比较器之后产生一个矩形波，与该 SPAD 探测单元连接的 TDC 响应于该矩形波的上升沿，产生一个计数，也即在 t1 时刻 TDC 产生第一次计数。该矩形波会持续一段时长，该时长称为信号脉冲宽度，或称为 TDC 对应的死时间（简称 TDC 死时间）。在 TDC 死时间内，该 TDC 不会再响应其它矩形波的上升沿。

需要说明的是，SPAD 探测单元在接收到一个光子并发生雪崩倍增之后的一段时间内，SPAD 探测单元响应其它光子的能力将会大大降低。其中，将 SPAD 探测单元探测光子能力较弱的时间称为 SPAD 对应的死时间（简称 SPAD 死时间），近似等于 SPAD 探测单元发生倍增效应输出的模拟脉冲信号的持续时长。

在 t2 时刻和 t3 时刻，SPAD 探测单元分别接收到第二个光子和第三个光子。由于 t2 时刻落入了 SPAD 死时间，SPAD 探测单元响应光子的能力弱，t2 时刻对应的模拟脉冲信号的强度小于比较器对应的阈值，因此不会触发比较器产生一个矩形波，TDC 也不会对该接收到的光子进行计数。

t3 时刻由于没有落入一个 SPAD 死时间内，因此当在 t3 时刻接收到一个光子，即如图所示的第三个光子，该光子可以是信号光子或噪声光子，则 SPAD 探测单元响应于接收到的该光子，发生雪崩倍增，输出模拟脉冲信号。然而，由于 t3 时刻落入了前一个矩形波对应的 TDC 死时间范围内，因此在 t3 时刻收到的第三个光子不会触发比较器产生一个新的矩形波，而是对前一个矩形波进行波形的延长，延长的时长即为从 t3 时刻开始后的一个信号脉冲宽度。由于在 t3 时刻没有触发比较器产生一个新的矩形波，因此 TDC 也不会对 t3 时刻收到的第三个光子进行计数。

在 t4 时刻，SPAD 探测单元接收到第四个光子，该光子可以是信号光子或噪声光子。由于 t4 时刻 SPAD 死时间已经结束，因此该 SPAD 探测单元响应于接收到的该光子，发生雪崩倍增，输出模拟脉冲信号。由于 t4 时刻没有落入一个 TDC 死时间的范围内，因此会触发比较器响应于该模拟脉冲信号的上升沿，产生一个矩形波，与该 SPAD 探测单元连接的 TDC 响应于该矩形波的上升沿，产生一个计数，也即在 t4 时刻该 TDC 产生第二次计数。该矩形波会持续一定时长，该时长即为一个信号脉冲宽度。

从上述单光子计数的过程可以看出，SPAD 探测单元连接的 TDC 只对该 SPAD 探测单元接收到的部分光子进行计数，导致大量的信号光子没有被计数，从而降低了 SPAD 探测器对目标物体进行测距的准确性。尤其是当环境光背景噪声较强时，SPAD 探测器很容易被噪声光子优先触发，而没有足够的动态范围响应目标物体反射的信号光子，使得激光雷达的探测性能明显下降。其中，动态范围可以通过 SPAD 探测器在单位时间内完成的单光子计数的数量表征，SPAD 探测器的动态范围越大，SPAD 探测器完成的单光子计数越多，SPAD 探测器的探测性能越高。

为提升激光雷达的探测性能，本申请实施例提供一种探测装置及探测方法，该探测装置例如是激光雷达或者是激光雷达的一部分。探测装置包含激光器和探测器，其中激光器的数量可以是一个或多个，探测器可以包括至少一个探测单元、至少一个处理单元、以及与每个探测单元连接的多个信号转换器。

示例性的，参考图 4，为本申请实施例提供的一种可能的探测装置的示意图。探测装置包含至少一个激光器、第一探测单元，第一探测单元连接第一信号转换器和第二信号转换器，第一信号转换器、第二信号转换器与至少一个处理单元相连。

第一探测单元可以是具有单光子探测能力的任何探测单元。作为一种可能的实现方式，第一探测单元是 SPAD 探测单元。

第一信号转换器、第二信号转换器可以是能够响应于第一探测单元输出的信号进行单光子计数的任何器件。作为一种可能的实现方式，信号转换器是 TDC 或模数转换器(analog-to-digital converter，ADC)等，本申请不做限制。

每个 SPAD 探测单元可以通过比较器与 TDC 的相连，例如第一探测单元通过第一比较器与第一信号转换器相连，第二探测单元通过第二比较器与第二信号转换器相连。当然，第一比较器也可以被包括在第一 SPAD 探测单元内或被包括在第一 TDC 内，第二比较器也可以被包括在第二 SPAD 探测单元内或被包括在第二 TDC 内，因此图 4 中以虚线表示第一比较器、第二比较器可选的。

至少一个处理单元可以是任何具有计算能力的芯片或集成电路，例如处理单元可以是通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor，DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array，FPGA）

或者其它可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件，硬件部件或者其任意组合。其中通用处理器可以是微处理器，也可以是任何常规的处理器。

基于图 4 所示的探测装置，本申请实施例提供一种探测方法，该方法由图 4 所示的探测装置执行，参见图 5，该方法包括:

S101、激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号;

示例性的，激光器在第一时刻对外发射脉冲，该脉冲包括若干信号光子，其中第一发射信号和第二发射信号可以为该脉冲中的任意两个信号光子，如第一信号光子和第二信号光子。

S102、第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号;

激光器发射出去的脉冲中的部分或者全部信号光子到达目标物体，被目标物体反射回来，形成反射信号，该反射信号中包括若干信号光子，例如包括对应第一发射信号的第一反射信号（即第一信号光子）和对应第二发射信号的第二反射信号（即第二信号光子）。第一探测单元可以接收目标物体反射回来的信号光子，当然第一探测单元接还可以接收噪声光子（即环境光）。第一探测单元接收到的信号光子或噪声光子后，可以触发相连接的信号转换器执行单光子计数。

以第一探测单元为 SPAD 探测单元为例，参见图 6A，为本申请实施例中 SPAD 探测单元的工作原理示意图。t1 时刻，SPAD 探测单元收到第一信号光子，第一信号光子触发 SPAD 探测单元发生倍增效应，输出第一模拟脉冲信号，进入 SPAD 死时间。t2 时刻，SPAD 探测单元收到第二信号光子，由于 t2 时刻在 SPAD 死时间范围内，SPAD 探测单元探测光子的能力减弱，但仍具备探测能力，可以输出较小幅值的模拟脉冲信号（第二模拟脉冲信号），第二信号光子触发的第二模拟脉冲信号可以叠加到第一信号光子触发的模拟脉冲信号上，如图 6A 所示，模拟脉冲信号的波形在 t2 时刻有一个小凸起，即为第二信号光子触发的模拟脉冲信号与第一信号光子触发的模拟脉冲信号的叠加效果。

S103、第一信号转换器对第一反射信号进行处理；第二信号转换器对第二反射信号进行处理；至少一个处理单元对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理。

可选的，至少一个处理单元对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理包括：至少一个处理单元根据第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果确定至少一个目标的信息。其中，至少一个目标的信息包括但不限于是至少一个目标的距离、方位、高度、速度、姿态或形状等中的一个或多个。

一种实现方法中，第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同。

以第一信号转换器为第一 TDC、第二信号转换器为第二 TDC 为例。参见图 6B，为本申请实施例提供的一种 TDC 工作原理示意图。第一 TDC 早于第二 TDC 启动，SPAD 探测单元输出的第一模拟脉冲信号经过第一比较器后产生第一矩形波，第一 TDC 响应于第一矩形波的上升沿，执行一次单光子计数，得到针对第一反射信号的第一处理结果；SPAD 探测单元输出的第二模拟脉冲信号经过第二比较器后产生第二矩形波，第二 TDC 响应于第二矩形波的上升沿，执行一次单光子计数，得到针对第二反射信号的第二处理结果。之后，第一 TDC、第二 TDC 分别将第一处理结果、第二处理结果分别传输给至少一个处理单元；至少一个处理单元根据第一处理结果和第二处理结果确定至少一个目标的信息。

可以理解的是，第一比较器、第二比较器可以设置在 SPAD 探测单元内，也可以设置

在 TDC 内，或者设置在 SPAD 探测单元、TDC 之间，本申请不做限制。

可以理解的是，第二比较器对应的阈值小于设定值，以使得第二模拟脉冲信号经过第二比较器后可以产生第二矩形波。例如，该设定值可以是图 2 所示器件中的比较器对应的阈值。

可选的，第一比较器对应的阈值可以大于或等于第二比较器对应的阈值。

可以理解的是，启动信号转换器包括但不限于是对信号转换器上电、激活信号转换器的计数功能、或者导通信号转换器与第一探测单元之间的信号传输路径等中的一种或多种。

在本申请实施例中，第一信号转换器和第二信号转换器在不同时间启动，可以有多种实现方式，以下例举其中几种可能的方式：

方式 1、以启动信号转换器是对信号转换器上电为例：逻辑控制电路在第二时刻对第一信号转换器上电，在第三时刻对第二信号转换器上电。其中，第二时刻在第一时刻之后且与第一时刻间隔 Δt1 时长，第三时刻在第二时刻之后且与第二时刻间隔 Δt2 时长，Δt1、Δt2 可以由处理单元根据之前采集的直方图数据进行计算获得。

方式 2、以启动信号转换器是激活第一信号转换器的计数功能例：逻辑控制电路在第二时刻对第一信号转换器和第二信号转换器上电，同时激活第一信号转换器的计数功能（但不激活第二信号转换器的计数功能）；第一信号转换器在第四时刻接收到第一反射信号之时或之后，向第二信号转换器发送一个触发信号，通过触发信号激活第二信号转换器的计数功能。其中，第二时刻在第一时刻之后且与第一时刻间隔 Δt1 时长，Δt1 可以由处理单元根据之前采集直方图数据计算获得，第四时刻在第二时刻之后。

当然，以上两种方式仅为示例而非具体限定。

另一种实现方法中，第一信号转换器和所述第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。具体的，第一信号转换器只有在第一探测单元输出的模拟脉冲信号的幅值超过第一阈值时，才执行单光子计数，第二信号转换器只有在第一探测单元输出的模拟脉冲信号的幅值超过第二阈值时，才执行单光子计数。其中，第一阈值大于第二阈值，或者第二阈值大于第一阈值。

示例性的，参见图 6B，t1 时刻，第一信号光子触发 SPAD 探测单元输出第一模拟脉冲信号，第一模拟脉冲信号触发第一比较器输出第一方波，进而第一 TDC 对第一信号光子计数；t2 时刻，第二信号光子触发 SPAD 探测单元输出第二模拟脉冲信号，第二模拟脉冲信号触发第二比较器输出第二方波，进而第一 TDC 对第二信号光子计数。

在具体实现时，可以通过二极管或逻辑电路等方式，使得第一信号转换器、第二信号转换器分别在不同信号强度下被触发。

例如，参见图 7A，在 SPAD 探测单元后、第一 TDC 和第二 TDC 前，设置有逻辑控制电路（具体例如是一个与或门电路），t1 时刻，第一信号光子触发 SPAD 探测单元输出第一模拟脉冲信号，第一模拟脉冲信号的强度超过第一阈值，逻辑控制电路选通第一 TDC 所在的支路，第一模拟脉冲信号触发第一比较器输出第一方波，进而第一 TDC 对第一信号光子计数；t2 时刻，第二信号光子触发 SPAD 探测单元输出第二模拟脉冲信号，第二模拟脉冲信号的强度超过第二阈值但小于第一阈值，逻辑控制电路选通第二 TDC 所在的支路，第二模拟脉冲信号触发第二比较器输出第二方波，进而第一 TDC 对第二信号光子计数。

例如，参见图 7B，第一比较器和第二比较器前端分别设置有一个二极管。t1 时刻，第

一信号光子触发 SPAD 探测单元输出第一模拟脉冲信号，第一模拟脉冲信号的强度超过第一阈值，第一比较器前端的二极管导通，第二比较器前端的二极管截止，第一模拟脉冲信号触发第一比较器输出第一方波，进而第一 TDC 对第一信号光子计数；t2 时刻，第二信号光子触发 SPAD 探测单元输出第二模拟脉冲信号，第二模拟脉冲信号的强度超过第二阈值但小于第一阈值，第一比较器前端的二极管截止，第二比较器前端的二极管导通，第二模拟脉冲信号触发第二比较器输出第二方波，进而第一 TDC 对第二信号光子计数。

可以理解的是，第二阈值越小，探测器的动态范围越大。第一比较器对应的第一阈值、第二比较器对应的第二阈值可以固定不变，也可以由至少一个处理单元动态配置。例如，至少一个处理单元根据之前获得的直方图数据，确定探测器的动态范围较小时，可以降低第二阈值的取值，以提高探测器的动态范围。

当然，以上是通过逻辑控制电路或二极管实现第一信号转换器和第二信号转换器在不同信号强度下被触发，实际应用中还可以有其它实现方式。

当然，上述两种实现方法也可以结合实施，即第一信号转换器和第二信号转换器的启动时间不同、第一信号转换器和第二信号转换器的启动时对应的触发信号的强度也不同。

需要说明的是，以上是以 SPAD 探测单元在 SPAD 死时间内接收到 1 个光子（即第二信号光子），但在实际应用中，SPAD 探测单元在 SPAD 死时间内接收到的光子的数量可以是很多个，本申请不做限定。

需要说明的是，以上是以探测装置中探测单元的数量是 1 为例，但实际应用中探测装置中探测单元的数量不限于是 1 个，可以有更多，且多个探测单元可以协同工作。

例如，参见图 8，为本申请实施例提供的另一种探测装置的示意图，该探测装置包括第一探测单元和第二探测单元，第一探测单元之后连接多个信号转换器（用于对第一探测单元检测到的光子进行计数）、第二探测单元之后连接多个信号转换器（用于对第二探测单元检测到的光子进行计数），至少一个处理单元根据与第一探测单元连接的信号转换器的处理结果、以及与第二探测单元连接的信号转换器的处理结果确定至少一个目标的信息。其中第二探测单元及其连接的信号转换器的工作方法可以参考第一探测单元及其连接的信号转换器的工作方法，此处不再赘述。

根据本申请上述方案，每个探测单元连接多个信号转换器，该多个信号转换器中的不同信号转换器可以对在同一时刻发射出去且由同一目标物体反射回来的不同信号分别进行处理，可以提升探测装置处理反射信号的能力，减少环境光噪声带来的不利影响，从而有助于提升探测装置探测目标物体相关信息的准确性。

以 SPAD 探测单元连接多个 TDC 为例，通过增加 SPAD 探测单元连接的 TDC 的数量，可以实现对 SPAD 死时间内接收到的信号光子进行计数，进而增加信号光子的计数数量，使得处理单元在确定目标物体的距离、方位、高度、速度、姿态或形状等相关信息时，可以参考更多的信号光子的计数，从而减少环境光噪声带来的不利影响，有助于提升激光雷达对目标物体的探测能力。

需要说明的是，使用本申请上述方案，一方面可以增加探测到的信号光子的数量，另一方面也会增加探测的噪声光子的数量，这是因为探测单元在探测收到的单光子时，不会区分该单光子是信号光子还是噪声光子。尽管该方案会增加探测到的噪声光子的数量，但是由于信号光子具有极强的时间相关性（即在激光器发射脉冲后的短时间内，会有大量的信号光子反射回来，因此当探测单元接收到一个信号光子之后，在接下来的死时间内也会

收到大量的其它信号光子），而噪声光子没有时间相关性，是随机的，因此探测装置实际探测到的信号光子的数量会远远大于探测到的噪声光子的数量，即可以提升信噪比，进而有助于提升激光雷达对目标物体的探测能力。

作为一种可选的实施方式，第一探测单元包含至少一个探测子单元。其中，每个探测子单元可以独立地完成单光子计数。一种可能的设计中，探测子单元可以是按照像素的粒度对第一探测单元进行划分得到，即一个探测子单元对应一个像素。

当第一探测单元包含一个探测子单元时，相当于探测单元对应一个像素，探测子单元与信号转换器可以为一对一的关系，可以降低探测器的结构复杂度。

当第一探测单元包含多个探测子单元时（即把多个探测子单元合并（binning）起来作为一个探测单元时），相当于一个探测单元对应多个像素。探测子单元与信号转换器可以为多对一的关系，当然也可以是多对多的关系，本申请不做限制。进一步的，第一探测单元中任意两个不同的探测子单元可以与不同的信号转换器连接，任意两个不同的探测子单元也可以与同一个信号转换器连接，本申请对此不做限制。

可以理解的是，由于每个探测子单元可以独立完成单光子计数的测量，所以当第一探测单元包含多个探测子单元时，相当于把多个探测子单元独立测量的单光子事件合并到一起，所以第一探测单元在同一时刻可以响应更多的入射光子并输出单光子计数。因此，第一探测单元中包括的探测子单元的数量越多，第一探测单元的动态范围越大。

作为一种可选的实施方式，第一信号转换器对应的死时间小于或等于第一探测单元对应的死时间。例如，参见图 9 所示，第一 TDC 对应的死时间小于或等于 SPAD 探测单元对应的死时间，则第三个光子到达 SPAD 探测单元时，第一 TDC 的死时间已经结束，所以第一 TDC 可以对第三个光子进行计数。对比图 9 中的第三个光子和图 3 中第三个光子可以看出，第一 TDC 在相同时间范围内可以对更多的光子计数。因此，本实施方式可以提升探测装置整体对光子的计数能力，有助于进一步提升激光雷达对目标物体的探测能力。

作为一种可选的实施方式，激光器在第一时刻还发射第三发射信号，第一探测单元还接收对应第三发射信号的第三反射信号，探测装置可以通过第三信号转换器对第三反射信号进行处理，或者，若第一信号转换器对第一反射信号已经处理完毕，则探测装置可以通过第一信号转换器对第三反射信号进行处理。例如，以探测单元为 SPAD 探测单元、信号转换器为 TDC 为例，SPAD 探测单元对应的 SPAD 死时间内接收第二信号光子之后，如果在该 SPAD 死时间内还接收第三信号光子在 SPAD 探测单元对应的 SPAD 死时间内接收第二信号光子之后，如果在该 SPAD 死时间内还接收第三信号光子，则可以根据该第三信号光子，触发与 SPAD 探测单元连接的第三 TDC 对该第三信号光子进行计数，例如图 10A 所示;或者是，当接收到第三信号光子的时间是在第一 TDC 对应的 TDC 死时间范围之后，则可以根据第三信号光子，触发第一 TDC 对第三信号光子进行计数，例如图 10B 所示。

作为一种可选的实施方式，连接至同一个探测单元的所有信号转换器对应的死时间均相同，或者，连接至同一个探测单元的所有信号转换器的类型相同。因此，上述第一信号转换器对应的死时间与第二信号转换器对应的死时间相同，例如图 9 所示，或者，第一信号转换器的类型与第二信号转换器的类型相同。例如，第一信号转换器和第二信号转换器为同一型号的 TDC，相同型号的 TDC 的 TDC 死时间相同。如此，可以降低探测装置的复杂度。

作为一种可选的实施方式，至少一个处理单元具体可以根据第一信号转换器和第二信

号转换器的处理结果对应的直方图，确定至少一个目标的位置信息，直方图包括第一探测单元接收第一反射信号和第二反射信号的时间信息。

仍以探测单元为 SPAD 探测单元、信号转换器为 TDC 为例，信号转换器对 SPAD 探测单元接收到的单光子进行计数，可以是生成该单光子的时间戳，该时间戳可表征该 SPAD 探测单元接收该单光子的时间。至少一个处理单元可以统计激光脉冲发射后在系统测量时间范围内产生的若干时间戳，得到针对单光子计数的直方图；然后利用信号光子具有时间相关性而噪声光子没有时间相关性的特点，使用特定的算法（如 FIR 滤波、峰值检测、滑窗、相干检测等）对直方图进行数据处理，得到信号光子的时间戳；然后，根据激光器发射脉冲的时间以及信号光子的时间戳计算探测装置与目标物体之间的距离，比如可以根据该直方图按照飞行时间（time of flight，TOF）法计算探测装置与目标物体之间的距离。当然，在实际应用中，也可以是由激光雷达的主控芯片对直方图进行数据处理、计算探测装置与目标物体之间的距离。

该实施方式利用直方图可以高效地统计出信号光子的时间戳，进而提高探测装置计算目标相关信息的效率。

作为一种可选的实施方式，上述探测装置可以是激光雷达，其中，激光器采用垂直共振腔表面放射激光（vertical cavity surface emitting laser，VCSEL）光源及电学扫描，可以保证对于任何一个 SPAD 探测单元，在测量周期内有足够的信号光子计数。

作为一种可选的实施方式，激光器的像素与探测器的像素之间是一一对应的。即激光器的一个像素发射的脉冲，是由探测器的相对应的一个像素接收到的。比如，激光器的像素 1 发射的脉冲，是由探测器的像素 1 接收到的；激光器的像素 2 发射的脉冲，是由探测器的像素 2 接收到的，等等。

作为另一种可选的实施方式，激光器的像素与探测器的像素之间是一对多的关系。即激光器的一个像素发射的脉冲，是由探测器的相对应的多个像素接收到的。比如，激光器的像素 1 发射的脉冲，是由探测器的像素 1 至像素 10 接收到的；激光器的像素 2 发射的脉冲，是由探测器的像素 11 至像素 20 接收到的，等等。

作为另一种可选的实施方式，激光器上的不同像素可以按照一定的规则对外发射脉冲。比如每一帧对应一个图形，该图形对应激光器上的多个像素，然后通过随机数生成器，确定该图形对应的像素中每次需要驱动点亮的像素。

应理解，上述各实施方式可以相互结合实施。

基于同一技术构思，本申请实施例还提供一种处理装置，该处理装置用于控制探测装置中各部件（如激光器、探测单元、信号转换器等）执行上述实施例中所述的对应功能。

示例性的，参见图 11，处理装置 1110 包含至少一个处理器 1110 和接口电路 1120，接口电路 1120 用于接收来自处理装置 1100 之外的其它装置（如激光器、探测单、信号转换器元等）的信号并传输至处理器 1110 或将来自处理器 1110 的信号发送给处理装置 1100 之外的其它装置（如激光器、探测单元、信号转换器等），处理器 1110 用于执行图 12 所示的探测方法：

S201、控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；控制第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号；

S202、控制与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；控制与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理；

S203、将第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元。

上述各步骤的具体实现方法可以参考上文，此处不再赘述。

其中，处理器 1110 可以是中央处理单元（Central Processing Unit，CPU），还可以是其它通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor，DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array，FPGA）或者其它可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件，硬件部件或者其任意组合。通用处理器可以是微处理器，也可以是任何常规的处理器。

基于同一技术构思，本申请实施例还提供一种处理装置，包括用于执行图 12 所示方法步骤的模块。

基于同一技术构思，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，包括程序或指令，当所述程序或指令在计算机上运行时，使得图 12 所示的方法步骤被执行。

基于同一技术构思，本申请实施例还提供一种包含指令的计算机程序产品，该计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行图 12 所示方法步骤。

基于同一技术构思，本申请实施例还提供一种终端，该终端包括上文所描述的一个或多个装置。该终端具体可以是车辆、或飞行器、或测绘装置、或船舶等，本申请对该终端的具体形态不做限制。

示例性的，本申请实施例还提供一种车辆，该车辆可以包括处理器，所述处理器用于执行图 5 所示的方法步骤。

在一种可能的设计中，该车辆还包括存储器，用于存储计算机程序或指令。

在一种可能的设计中，该车辆还包括收发器，用于接收或发送信息。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和／或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和／或方框图中的每一流程和／或方框、以及流程图和／或方框图中的流程和／或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的保护范

围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1.一种探测方法，其特征在于，所述方法包括:

控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号;

控制第一探测单元接收对应所述第一发射信号的第一反射信号和对应所述第二发射信号的第二反射信号;

控制与所述第一探测单元连接的第一信号转换器对所述第一反射信号进行处理;

控制与所述第一探测单元连接的第二信号转换器对所述第二反射信号进行处理;

将所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元。

2.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一探测单元包含至少一个探测子单元。

3.如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的启动时间不同；或者，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

4.如权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括:

控制所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

5.如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述控制所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息，包括:

控制所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定所述至少一个目标的位置信息;

其中，所述直方图包括所述第一探测单元接收所述第一反射信号和所述第二反射信号的时间信息。

6.如权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间小于或等于所述第一探测单元对应的死时间。

7.如权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间与所述第二信号转换器对应的死时间相同，或者，所述第一信号转换器的类型与所述第二信号转换器的类型相同。

8.如权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一探测单元为单光子雪崩二极管 SPAD 探测单元，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器为时间数字转换器 TDC。

9.一种探测方法，其特征在于，所述方法包括:

至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号;

第一探测单元接收对应所述第一发射信号的第一反射信号和对应所述第二发射信号的第二反射信号;

与所述第一探测单元连接的第一信号转换器对所述第一反射信号进行处理;

与所述第一探测单元连接的第二信号转换器对所述第二反射信号进行处理;

至少一个处理单元对所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果进行处理。

10.如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述第一探测单元包含至少一个探测子单元。

11.如权利要求 9 或 10 所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的启动时间不同；或者，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

12.如权利要求 9-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述至少一个处理单元对所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果进行处理，包括：

所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

13.如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息，包括：

所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定所述至少一个目标的位置信息；

其中，所述直方图包括所述第一探测单元接收所述第一反射信号和所述第二反射信号的时间信息。

14.如权利要求 9-13 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间小于或等于所述第一探测单元对应的死时间。

15.如权利要求 9-14 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间与所述第二信号转换器对应的死时间相同，或者，所述第一信号转换器的类型与所述第二信号转换器的类型相同。

16.如权利要求 9-15 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一探测单元为 SPAD 探测单元，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器为 TDC。

17.一种处理装置，其特征在于，包含至少一个处理器和接口电路，所述接口电路用于接收来自所述处理装置之外的其它装置的信号并传输至所述处理器或将来自所述处理器的信号发送给所述处理装置之外的其它装置，所述处理器用于执行：

控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；

控制第一探测单元接收对应所述第一发射信号的第一反射信号和对应所述第二发射信号的第二反射信号；

控制与所述第一探测单元连接的第一信号转换器对所述第一反射信号进行处理；

控制与所述第一探测单元连接的第二信号转换器对所述第二反射信号进行处理；

将所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元。

18.如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述第一探测单元包含至少一个探测子单元。

19.如权利要求 17 或 18 所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的启动时间不同；或者，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

20.如权利要求 17-19 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于执行：

控制所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

21.如权利要求 20 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于执行：

控制所述至少一个处理单元根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定所述至少一个目标的位置信息；

其中，所述直方图包括所述第一探测单元接收所述第一反射信号和所述第二反射信号的时间信息。

22.如权利要求 17-21 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间小于或等于所述第一探测单元对应的死时间。

23.如权利要求 17-22 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间与所述第二信号转换器对应的死时间相同，或者，所述第一信号转换器的类型与所述第二信号转换器的类型相同。

24.如权利要求 17-23 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一探测单元为 SPAD 探测单元，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器为 TDC。

25.一种探测装置，其特征在于，包含至少一个激光器、至少一个探测单元、至少一个处理单元，其特征在于，所述至少一个探测单元中的每个探测单元连接多个信号转换器；

所述至少一个激光器用于：在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；

第一探测单元用于：接收对应所述第一发射信号的第一反射信号和对应所述第二发射信号的第二反射信号；其中，所述第一探测单元为所述至少一个探测单元中的任意一个探测单元；所述第一探测单元连接第一信号转换器、第二信号转换器；

所述第一信号转换器用于：对所述第一反射信号进行处理；

所述第二信号转换器用于：对所述第二反射信号进行处理；

所述至少一个处理单元用于：对所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果进行处理。

26.如权利要求 25 所述的装置，其特征在于，所述第一探测单元包含至少一个探测子单元。

27.如权利要求 25 或 26 所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的启动时间不同；或者，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器对应的触发信号的强度不同。

28.如权利要求 25-27 任一项所述的装置，其特征在于，所述至少一个处理单元用于：

根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果，确定至少一个目标的信息。

29.如权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述至少一个处理单元用于：

根据所述第一信号转换器和所述第二信号转换器的处理结果对应的直方图，确定所述至少一个目标的位置信息；

其中，所述直方图包括所述第一探测单元接收所述第一反射信号和所述第二反射信号的时间信息。

30.如权利要求 25-29 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间小于或等于所述第一探测单元对应的死时间。

31.如权利要求 25-30 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一信号转换器对应的死时间与所述第二信号转换器对应的死时间相同，或者，所述第一信号转换器的类型与所述第二信号转换器的类型相同。

32.如权利要求 25-31 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一探测单元为 SPAD 探

测单元，所述第一信号转换器和所述第二信号转换器为 TDC。

33.一种处理装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1-8 任一项所述方法的模块。

34.一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括程序或指令，当所述程序或指令在计算机上运行时，使得如权利要求 1-8 中任一项所述的方法被执行。

35.一种终端，其特征在于，包括如权利要求 25-32 任一项所述的装置。

36.一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-8 中任一项所述的方法。

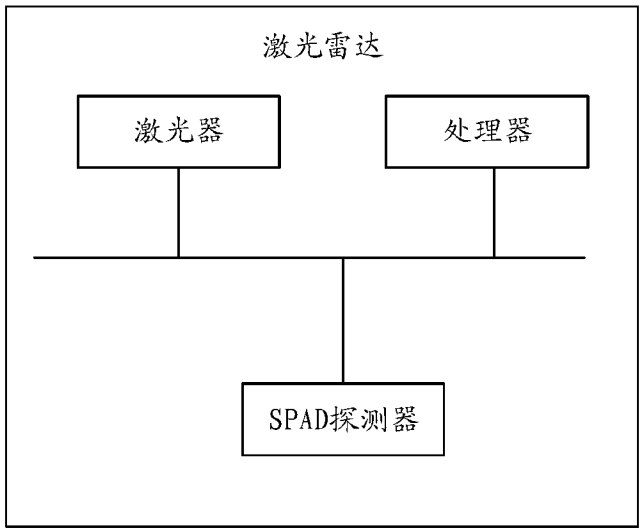

激光雷达
激光器
处理器
SPAD探测器

图 1

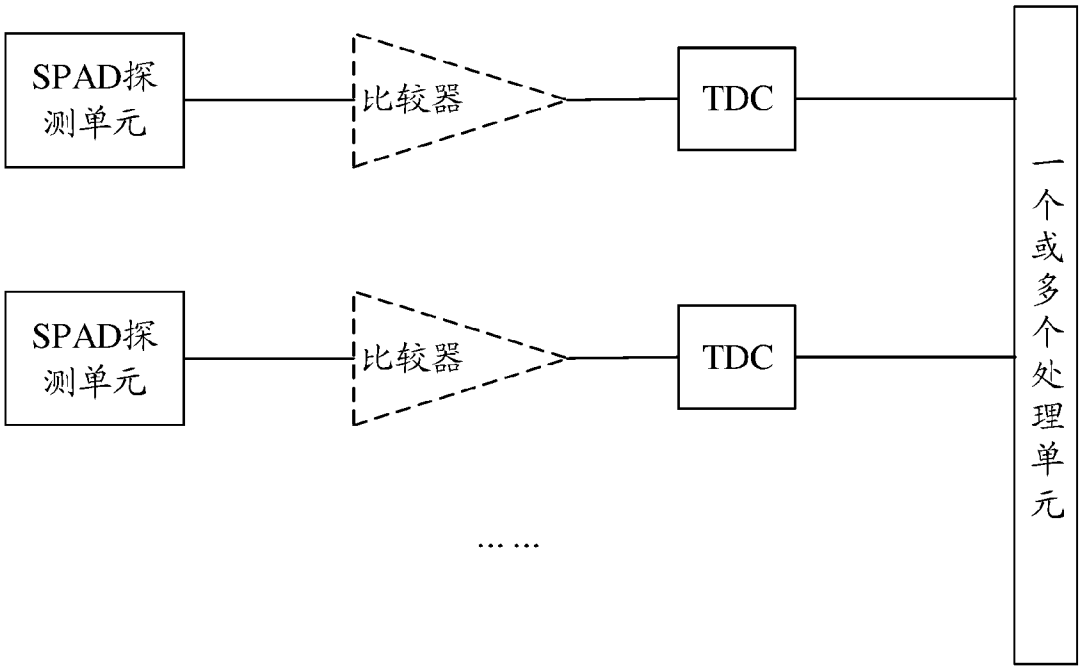

SPAD探测单元
比较器
TDC
SPAD探测单元
比较器
TDC
……
一个或多个处理单元

图 2

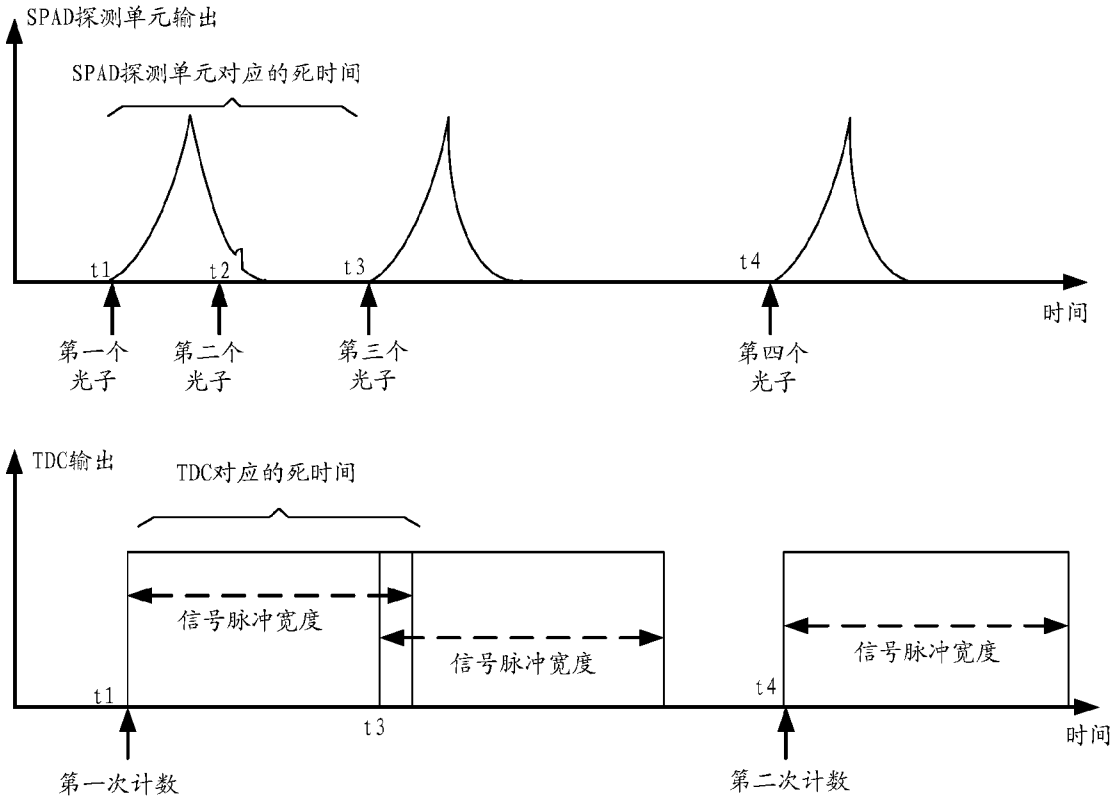

SPAD探测单元输出
SPAD探测单元对应的死时间
t1
t2
t3
t4
时间
第一个光子
第二个光子
第三个光子
第四个光子
TDC输出
TDC对应的死时间
信号脉冲宽度
信号脉冲宽度
信号脉冲宽度
t1
t3
t4
时间
第一次计数
第二次计数

图 3

探测装置

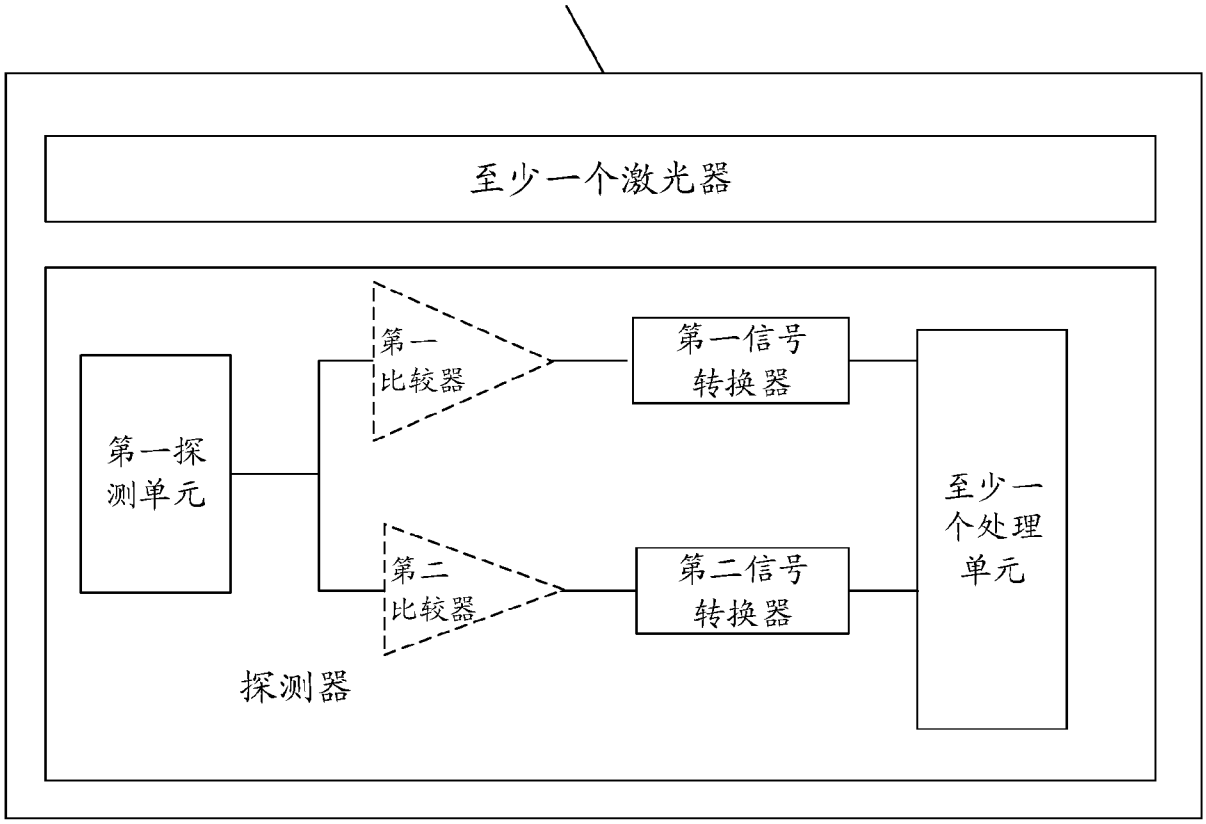

至少一个激光器
第一探测单元
第一比较器
第二比较器
第一信号转换器
第二信号转换器
至少一个处理单元
探测器

图 4

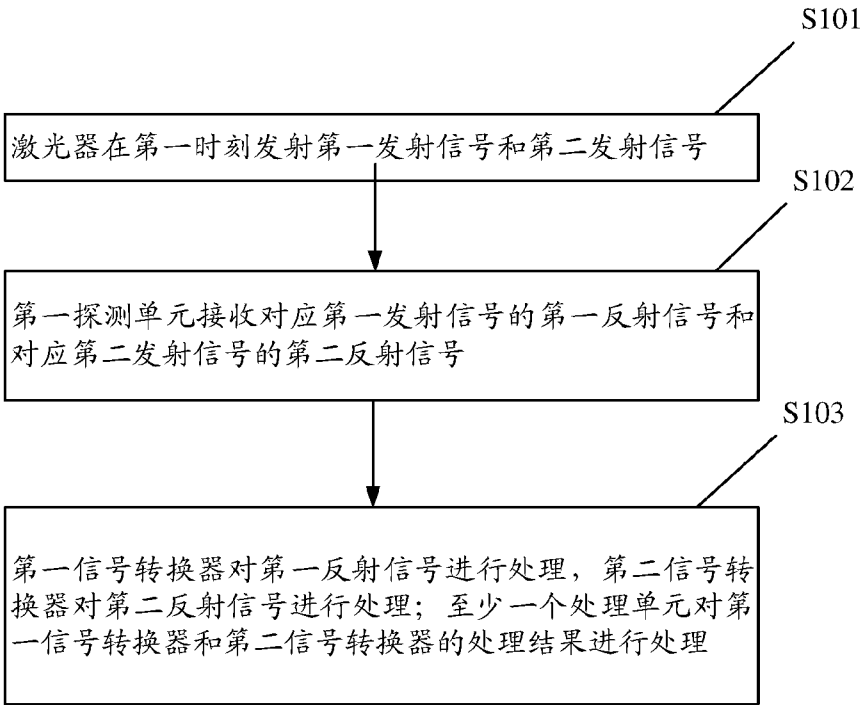

S101
激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号
S102
第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号
S103
第一信号转换器对第一反射信号进行处理，第二信号转换器对第二反射信号进行处理；至少一个处理单元对第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果进行处理

图 5

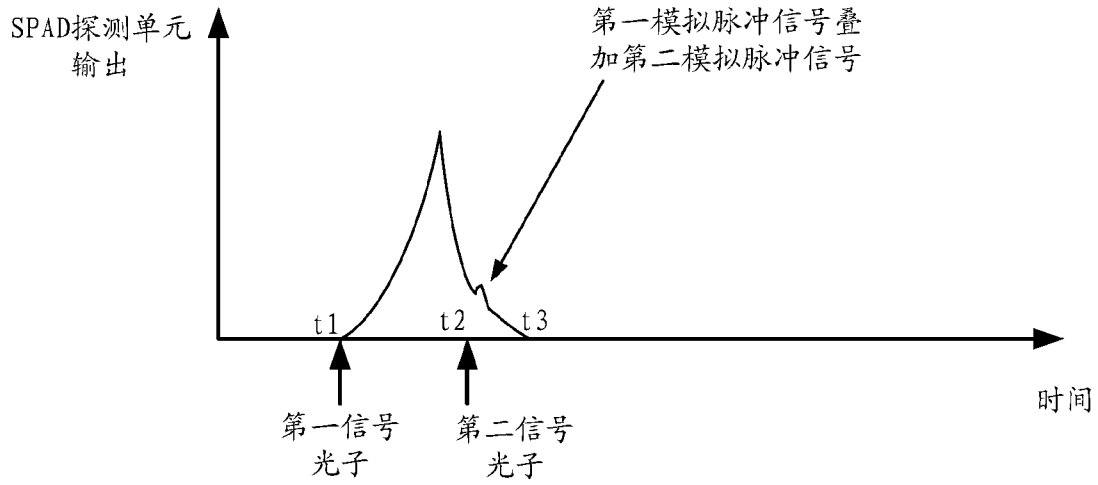


图 6A

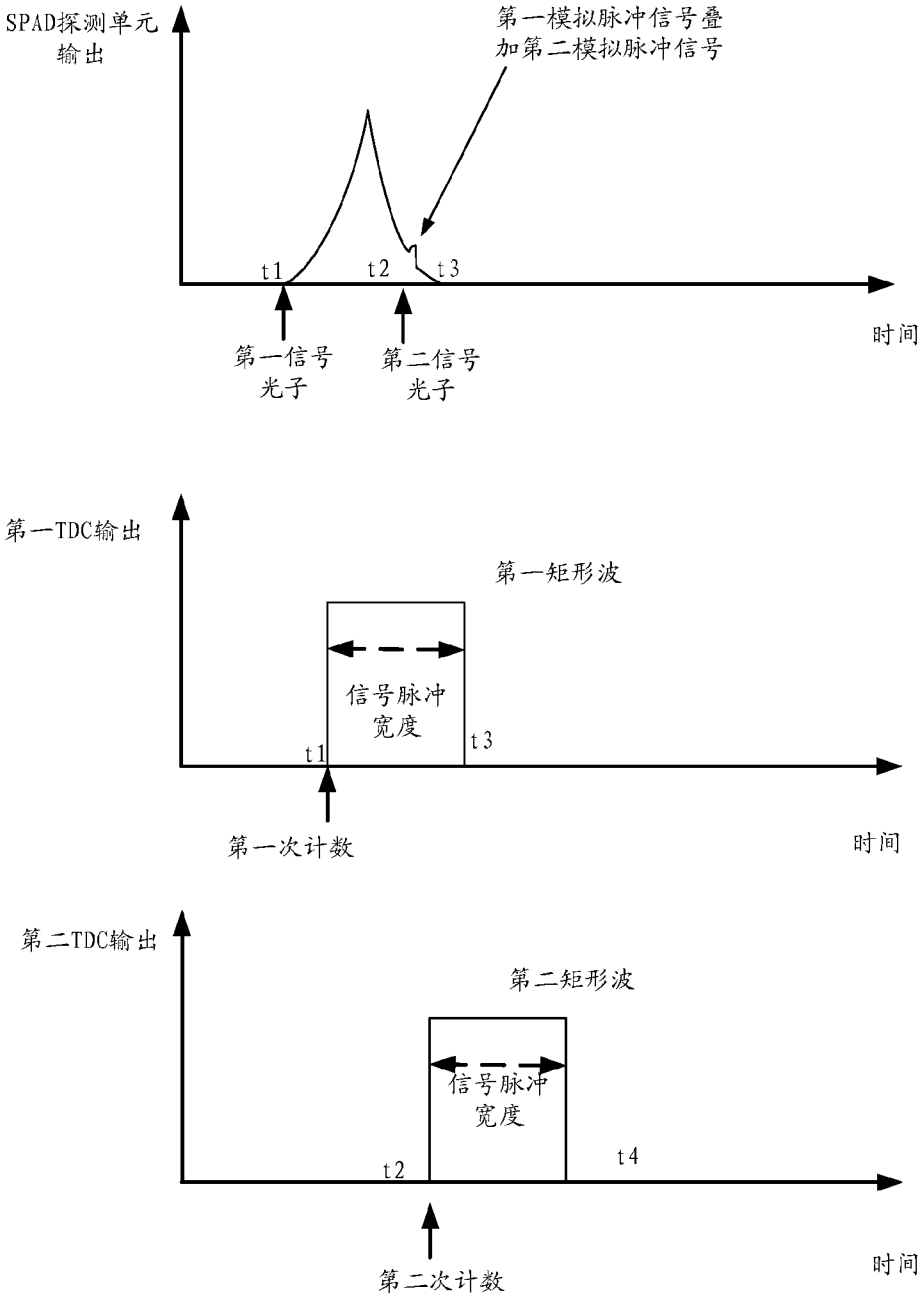

SPAD探测单元
输出
第一模拟脉冲信号叠
加第二模拟脉冲信号
t1
t2
t3
时间
第一信号
光子
第二信号
光子
第一TDC输出
第一矩形波
信号脉冲
宽度
t1
t3
第一次计数
时间
第二TDC输出
第二矩形波
信号脉冲
宽度
t2
t4
第二次计数
时间

图 6B

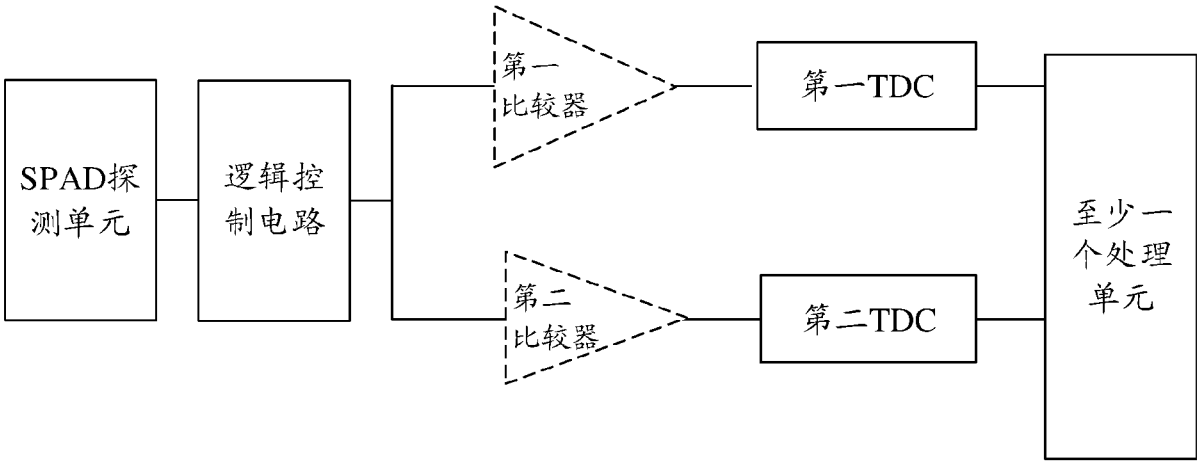

SPAD探测单元
逻辑控制电路
第一比较器
第二比较器
第一TDC
第二TDC
至少一个处理单元

图 7A

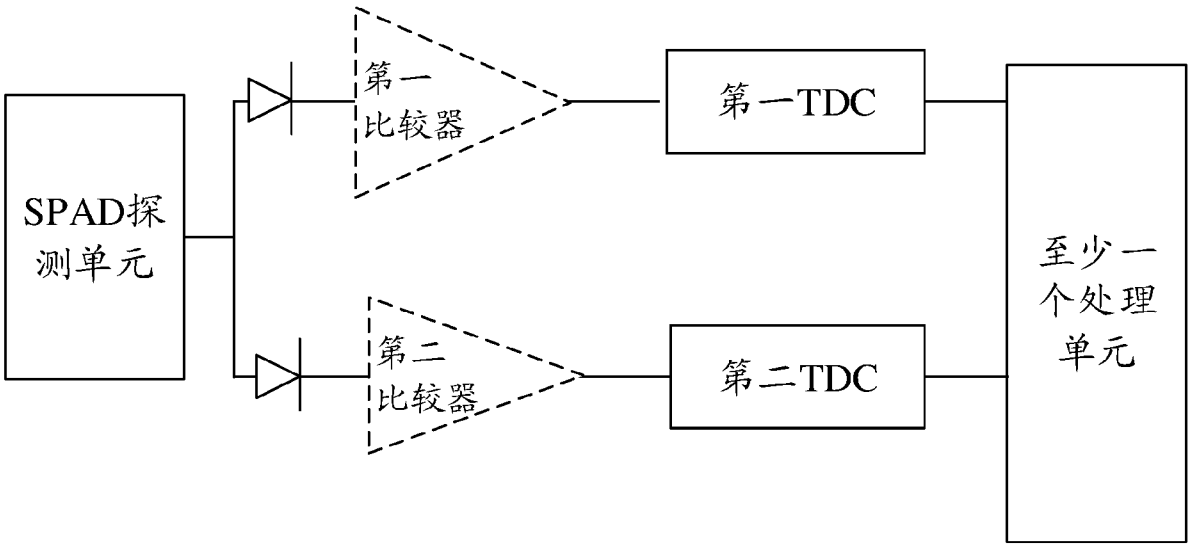

SPAD探测单元
第一比较器
第二比较器
第一TDC
第二TDC
至少一个处理单元

图 7B

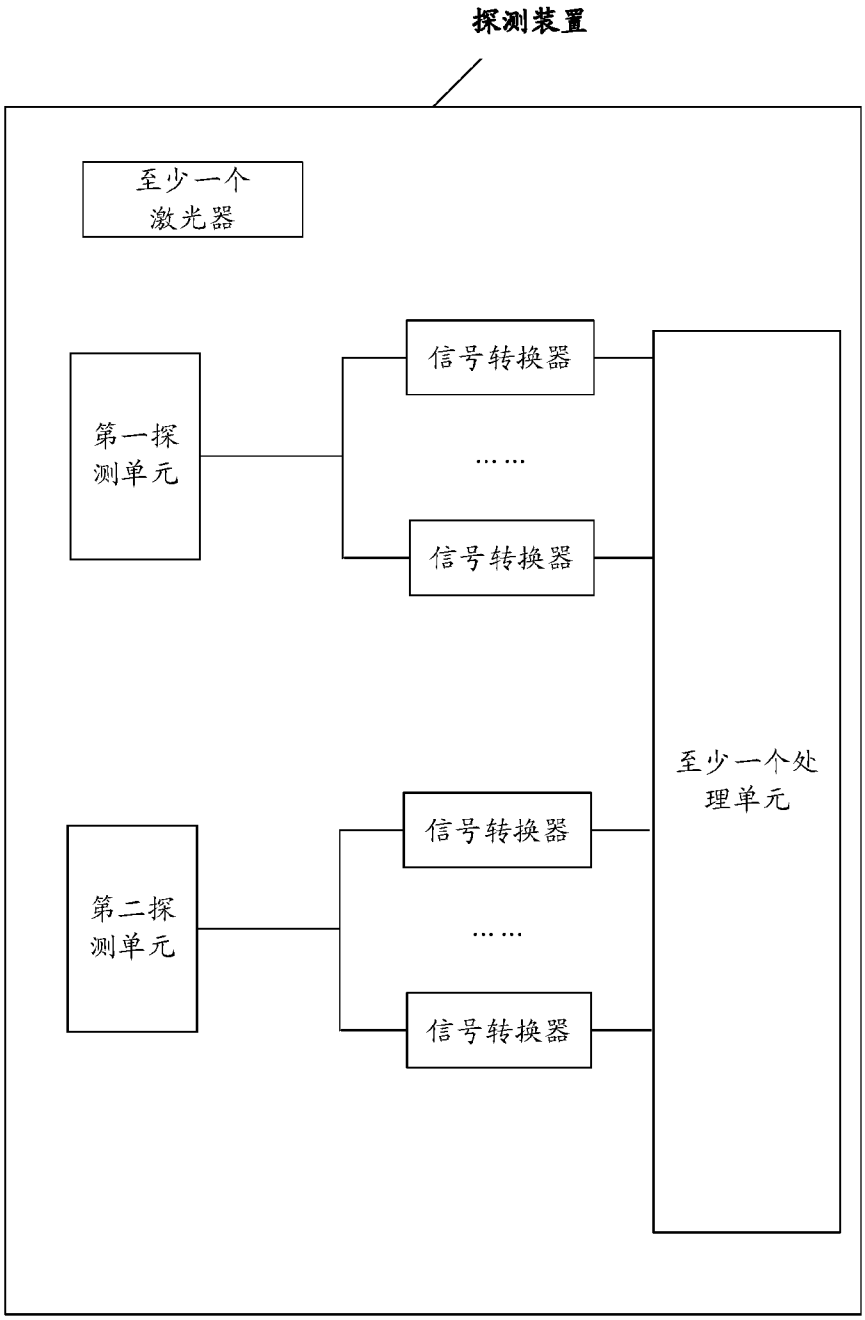

探测装置
至少一个
激光器
第一探
测单元
信号转换器
……
信号转换器
第二探
测单元
信号转换器
……
信号转换器
至少一个处
理单元

图 8

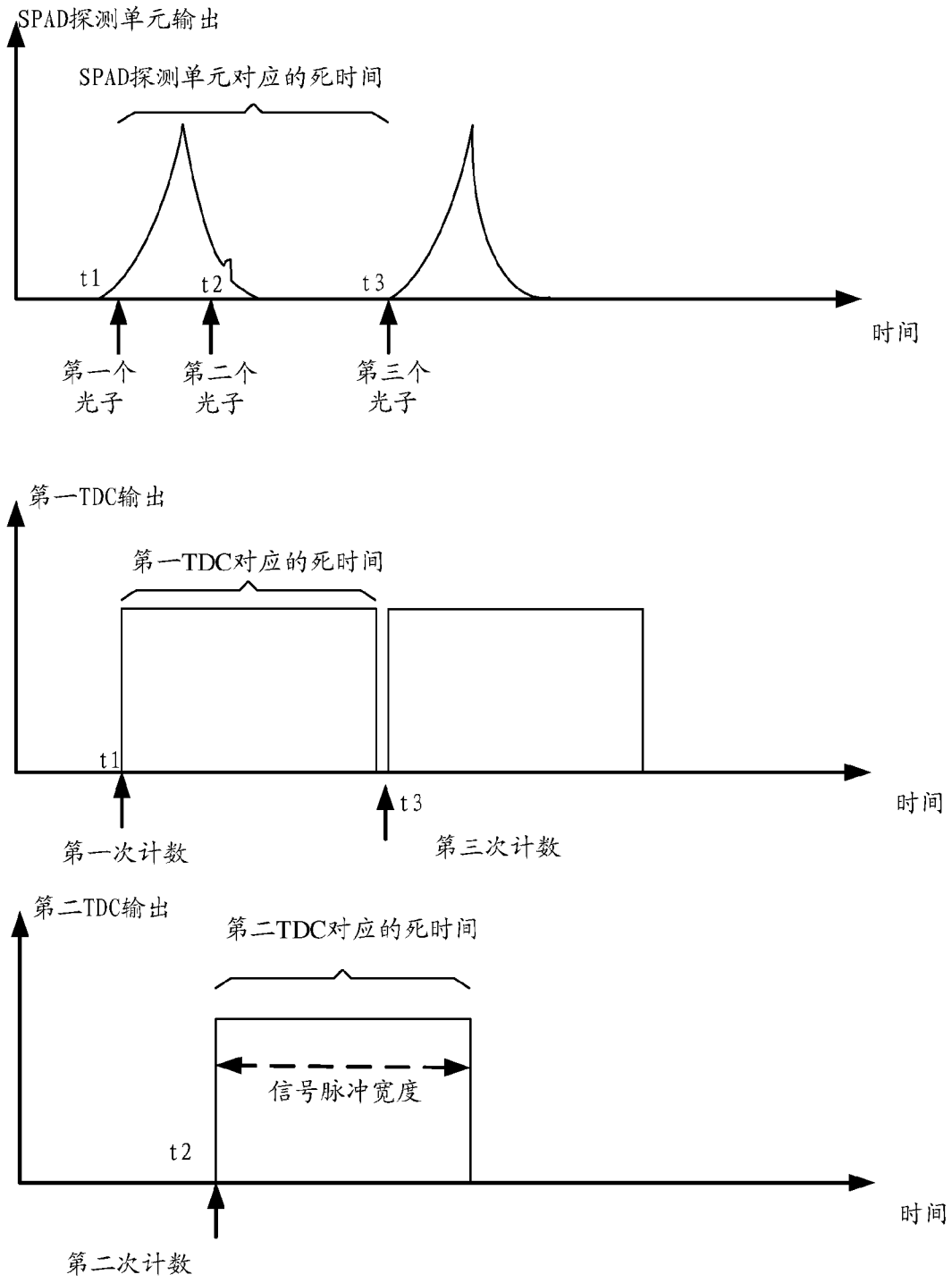

SPAD探测单元输出
SPAD探测单元对应的死时间
t1
t2
t3
时间
第一个光子
第二个光子
第三个光子
第一TDC输出
第一TDC对应的死时间
t1
t3
时间
第一次计数
第三次计数
第二TDC输出
第二TDC对应的死时间
信号脉冲宽度
t2
时间
第二次计数

图 9

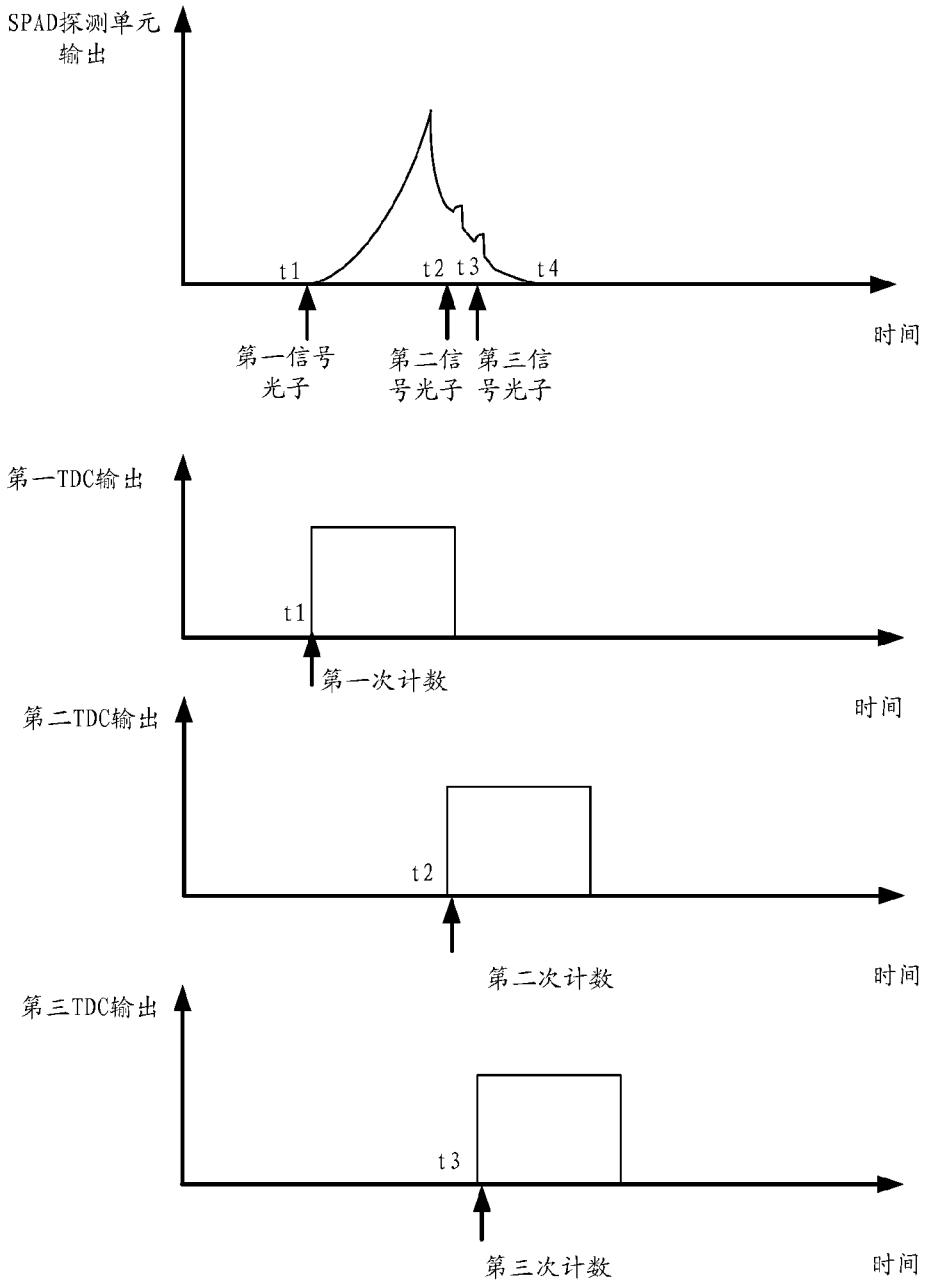

SPAD探测单元
输出
t1
t2
t3
t4
时间
第一信号
光子
第二信
号光子
第三信
号光子
第一TDC输出
t1
第一次计数
时间
第二TDC输出
t2
第二次计数
时间
第三TDC输出
t3
第三次计数
时间

图 10A

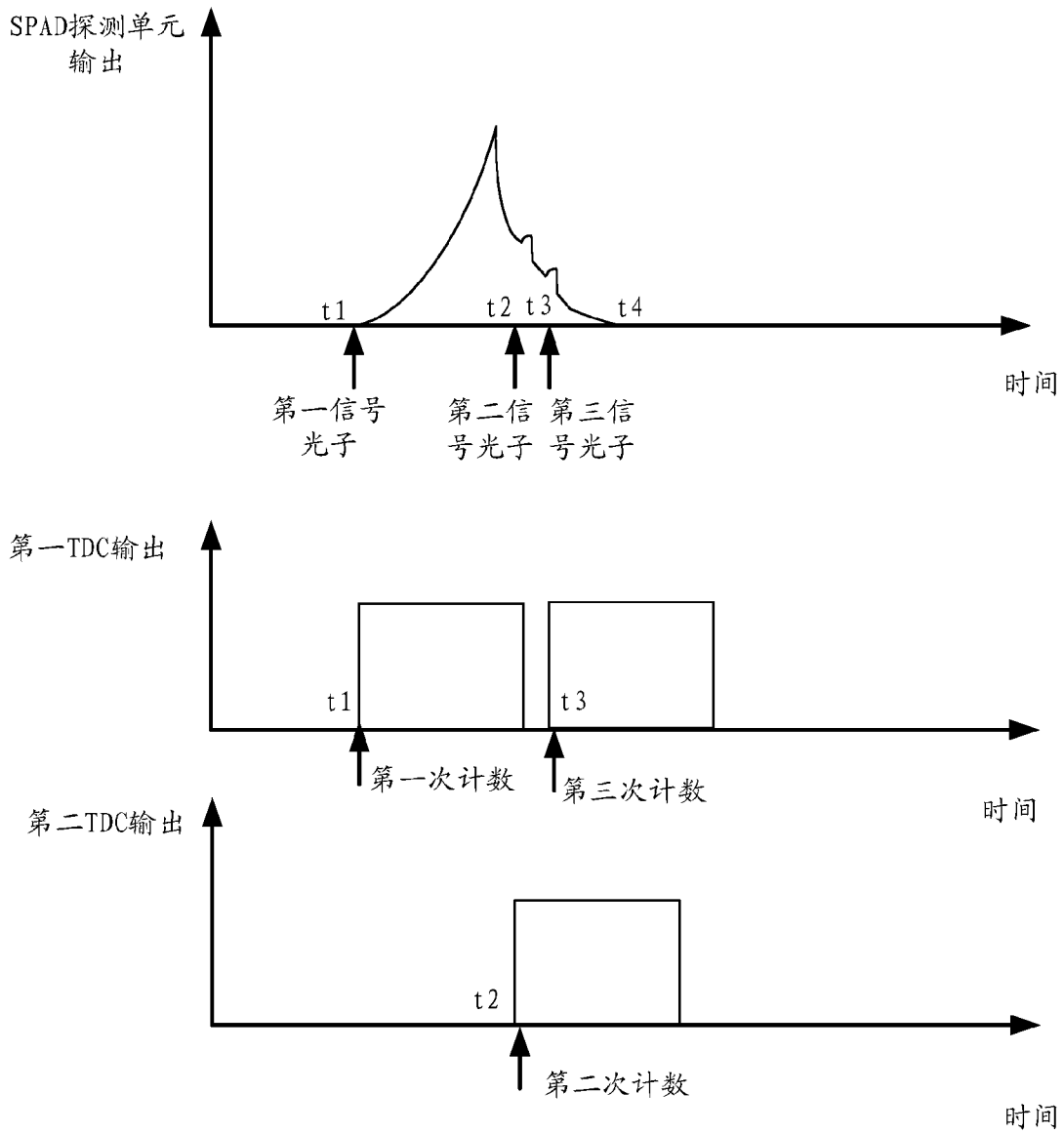

SPAD探测单元
输出
t1
t2
t3
t4
第一信号
光子
第二信
号光子
第三信
号光子
时间
第一TDC输出
t1
t3
第一次计数
第三次计数
时间
第二TDC输出
t2
第二次计数
时间

图 10B

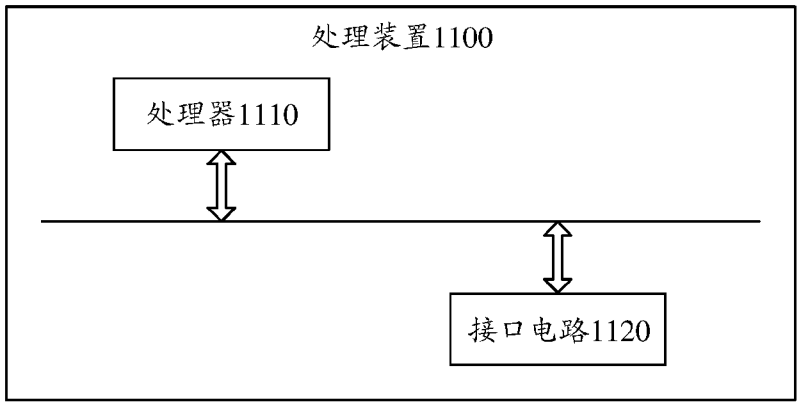

处理装置1100
处理器1110
接口电路1120

图 11

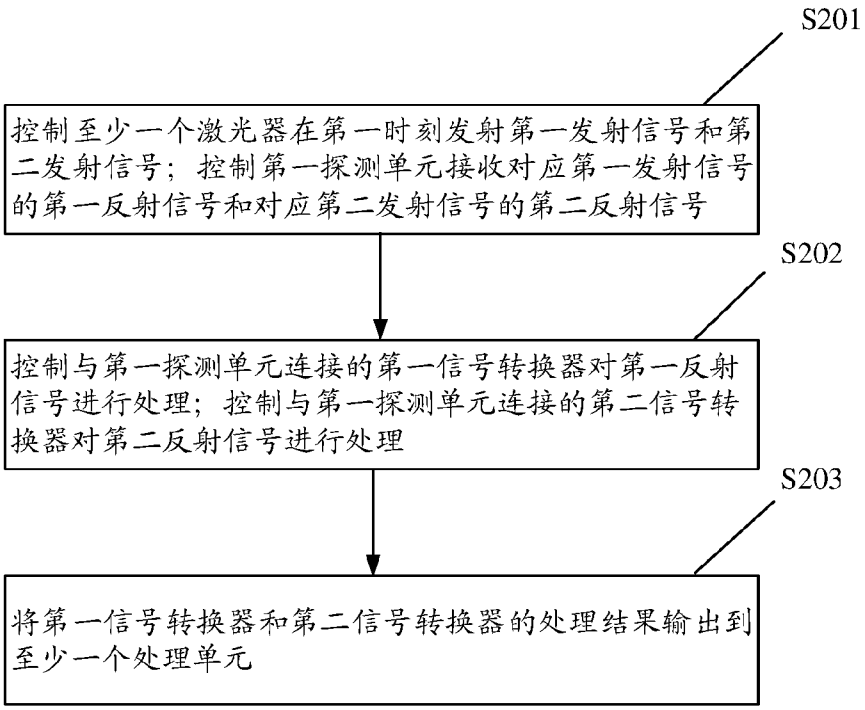

S201
控制至少一个激光器在第一时刻发射第一发射信号和第二发射信号；控制第一探测单元接收对应第一发射信号的第一反射信号和对应第二发射信号的第二反射信号
S202
控制与第一探测单元连接的第一信号转换器对第一反射信号进行处理；控制与第一探测单元连接的第二信号转换器对第二反射信号进行处理
S203
将第一信号转换器和第二信号转换器的处理结果输出到至少一个处理单元

图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/129927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/10(2020.01)i; G01S 7/483(2006.01)i; G06M 1/272(2006.01)i; G01S 7/481(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/-;G01S7/-;G06M1/-

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)

CNABS, VEN, DWPI, CNTXT, OETXT, USTXT, WOTXT, ENTXT, JPTXT, CNKI, IEEE, 读秀, DUXIU, 百度, BAIDU, 百度学术, BAIDU SCHOLAR, Web of Science: 华为, 王超, 激光, 探测, 雷达, 测距, 光子, 计数, 雪崩二极管, 至少, 两个, 多个, 转换器, 比较器, 比较电路, 脉冲, 堆积, 堆叠, 鉴别器, 死时间, 宽度; Laser?, detect+, radar?, rang+, photon?, count+, diode?, least, two, more, mult+, convert+, compar+, pulse?, stack+, dead time, width, SPAD , TDC.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114185057 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 15 March 2022 (2022-03-15) claims 1-35, description, paragraphs 0006-0146, and figures 1-12	1-36
X	CN 113330328 A (APPLE INC.) 31 August 2021 (2021-08-31) description, paragraphs 40-75	1-2, 4-5, 7-10, 12-13, 15-18, 20-21, 23-26, 28-29, 31-36
Y	CN 113330328 A (APPLE INC.) 31 August 2021 (2021-08-31) description, paragraphs 40-75	3, 6, 11, 14, 19, 22, 27, 30
Y	CN 101996344 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 30 March 2011 (2011-03-30) description, paragraph 10	3, 6, 11, 14, 19, 22, 27, 30
X	CN 111108407 A (AMS AG) 05 May 2020 (2020-05-05) description, paragraphs 0001-0219, and figures 1-8	1, 9, 17, 25, 33-36
X	US 2021290066 A1 (HI LLC) 23 September 2021 (2021-09-23) description, paragraphs 0005-0122, and figures 1-22	1, 9, 17, 25, 33-36

☑ 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	Date of mailing of the international search report
12 January 2023	**19 January 2023**
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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 211553064 U (STMICROELECTRONICS RESEARCH AND DEVELOPMENT LTD.) 22 September 2020 (2020-09-22) entire document	1-36
A	CN 110389333 A (OMNIVISION TECHNOLOGIES, INC.) 29 October 2019 (2019-10-29) entire document	1-36
A	CN 113093212 A (NINGBO FEIXIN ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 July 2021 (2021-07-09) entire document	1-36
A	JP 2020120175 A (CANON K.K.) 06 August 2020 (2020-08-06) entire document	1-36
A	CN 110579773 A (HUAZHONG PHOTOELECTRIC TECH RESEARCH INSTITUTE) 17 December 2019 (2019-12-17) entire document	1-36
A	CN 111562590 A (SHENZHEN ADAPS PHOTONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 August 2020 (2020-08-21) entire document	1-36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2022/129927

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114185057	A	15 March 2022	None			
CN	113330328	A	31 August 2021	US	2020256993	A1	13 August 2020
				US	2020256669	A1	13 August 2020
				CN	113330327	A	31 August 2021
				AU	2019429696	A1	22 July 2021
				KR	20210113312	A	15 September 2021
				DE	112019006845	T5	28 October 2021
				US	2021164776	A1	03 June 2021
				WO	2020167338	A1	20 August 2020
				EP	3887852	A1	06 October 2021
				WO	2020167337	A1	20 August 2020
				US	10955234	B2	23 March 2021
				IN	202117028974	A	03 December 2021
				IN	202117029897	A	10 December 2021
				AU	2019429696	B2	23 June 2022
CN	101996344	A	30 March 2011	JP	2011043501	A	03 March 2011
				KR	20110018995	A	25 February 2011
				US	2011042573	A1	24 February 2011
				EP	2293110	A2	09 March 2011
				US	8319187	B2	27 November 2012
				CN	101996344	B	18 June 2014
				EP	2293110	A3	21 January 2015
				KR	101616056	B1	28 April 2016
CN	111108407	A	05 May 2020	WO	2019057898	A1	28 March 2019
				EP	3460508	A1	27 March 2019
				TW	201923379	A	16 June 2019
				JP	2021501875	A	21 January 2021
				KR	20200037861	A	09 April 2020
				US	2020300989	A1	24 September 2020
				JP	6986626	B2	22 December 2021
US	2021290066	A1	23 September 2021	WO	2021188490	A1	23 September 2021
CN	211553064	U	22 September 2020	US	2020052694	A1	13 February 2020
				EP	3611542	A1	19 February 2020
				CN	110823368	A	21 February 2020
				US	11146270	B2	12 October 2021
				CN	110823368	B	15 March 2022
CN	110389333	A	29 October 2019	US	2019326347	A1	24 October 2019
				TW	201946403	A	01 December 2019
				US	2020058698	A1	20 February 2020
				US	10497738	B2	03 December 2019
				TW	743471	B1	21 October 2021
CN	113093212	A	09 July 2021	None			
JP	2020120175	A	06 August 2020	None			
CN	110579773	A	17 December 2019	None			
CN	111562590	A	21 August 2020	WO	2021233137	A1	25 November 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/129927

A. 主题的分类

G01S 17/10(2020.01)i; G01S 7/483(2006.01)i; G06M 1/272(2006.01)i; G01S 7/481(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/-;G01S7/-;G06M1/-

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））

CNABS,VEN,DWPI,CNTXT,OETXT,USTXT,WOTXT,ENTXT,JPTXT,CNKI,IEEE,读秀,百度,百度学术,Web of Science:华为,王超,激光,探测,雷达,测距,光子,计数,雪崩二极管,至少,两个,多个,转换器,比较器,比较电路,脉冲,堆积,堆叠,鉴别器,死时间,宽度; Laser?, detect+, radar?, rang+, photon?, count+, diode?, least, two, more, mult+, convert+, compar+, pulse?, stack+, dead time, width, SPAD ,TDC.

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 114185057 A (华为技术有限公司) 2022年3月15日 (2022-03-15) 权利要求1-35，说明书第0006-0146段，附图1-12	1-36
X	CN 113330328 A (苹果公司) 2021年8月31日 (2021-08-31) 说明书第40-75段	1-2，4-5，7-10，12-13，15-18，20-21，23-26，28-29，31-36
Y	CN 113330328 A (苹果公司) 2021年8月31日 (2021-08-31) 说明书第40-75段	3，6，11，14，19，22，27，30
Y	CN 101996344 A (三星电子株式会社) 2011年3月30日 (2011-03-30) 说明书第10段	3，6，11，14，19，22，27，30
X	CN 111108407 A (AMS有限公司) 2020年5月5日 (2020-05-05) 说明书第0001-0219段，附图1-8	1，9，17，25，33-36
X	US 2021290066 A1 (HI LLC) 2021年9月23日 (2021-09-23) 说明书第0005-0122段，附图1-22	1，9，17，25，33-36

☑ 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
2023年1月12日	2023年1月19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	受权官员 陈丹华 电话号码 (86-28)62967946

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 211553064 U（意法半导体R&D有限公司）2020年9月22日（2020-09-22） 全文	1-36
A	CN 110389333 A（豪威科技股份有限公司）2019年10月29日（2019-10-29） 全文	1-36
A	CN 113093212 A（宁波飞芯电子科技有限公司）2021年7月9日（2021-07-09） 全文	1-36
A	JP 2020120175 A（CANON KK.）2020年8月6日（2020-08-06） 全文	1-36
A	CN 110579773 A（华中光电技术研究所）2019年12月17日（2019-12-17） 全文	1-36
A	CN 111562590 A（深圳市灵明光子科技有限公司）2020年8月21日（2020-08-21） 全文	1-36

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/129927

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	114185057	A	2022年3月15日	无			
CN	113330328	A	2021年8月31日	US	2020256993	A1	2020年8月13日
				US	2020256669	A1	2020年8月13日
				CN	113330327	A	2021年8月31日
				AU	2019429696	A1	2021年7月22日
				KR	20210113312	A	2021年9月15日
				DE	112019006845	T5	2021年10月28日
				US	2021164776	A1	2021年6月3日
				WO	2020167338	A1	2020年8月20日
				EP	3887852	A1	2021年10月6日
				WO	2020167337	A1	2020年8月20日
				US	10955234	B2	2021年3月23日
				IN	202117028974	A	2021年12月3日
				IN	202117029897	A	2021年12月10日
				AU	2019429696	B2	2022年6月23日
CN	101996344	A	2011年3月30日	JP	2011043501	A	2011年3月3日
				KR	20110018995	A	2011年2月25日
				US	2011042573	A1	2011年2月24日
				EP	2293110	A2	2011年3月9日
				US	8319187	B2	2012年11月27日
				CN	101996344	B	2014年6月18日
				EP	2293110	A3	2015年1月21日
				KR	101616056	B1	2016年4月28日
CN	111108407	A	2020年5月5日	WO	2019057898	A1	2019年3月28日
				EP	3460508	A1	2019年3月27日
				TW	201923379	A	2019年6月16日
				JP	2021501875	A	2021年1月21日
				KR	20200037861	A	2020年4月9日
				US	2020300989	A1	2020年9月24日
				JP	6986626	B2	2021年12月22日
US	2021290066	A1	2021年9月23日	WO	2021188490	A1	2021年9月23日
CN	211553064	U	2020年9月22日	US	2020052694	A1	2020年2月13日
				EP	3611542	A1	2020年2月19日
				CN	110823368	A	2020年2月21日
				US	11146270	B2	2021年10月12日
				CN	110823368	B	2022年3月15日
CN	110389333	A	2019年10月29日	US	2019326347	A1	2019年10月24日
				TW	201946403	A	2019年12月1日
				US	2020058698	A1	2020年2月20日
				US	10497738	B2	2019年12月3日
				TW	743471	B1	2021年10月21日
CN	113093212	A	2021年7月9日	无			
JP	2020120175	A	2020年8月6日	无			
CN	110579773	A	2019年12月17日	无			
CN	111562590	A	2020年8月21日	WO	2021233137	A1	2021年11月25日