

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01S 7/486

G01S 17/02



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03113496.3

[43] 公开日 2004 年 11 月 24 日

[11] 公开号 CN 1548985A

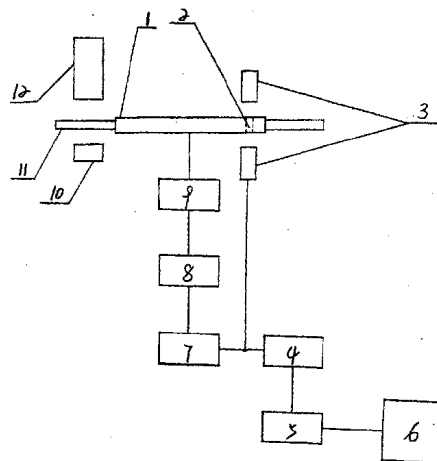
[22] 申请日 2003.5.15 [21] 申请号 03113496.3
 [71] 申请人 中国科学院安徽光学精密机械研究所
 地址 230031 安徽省合肥市 1125 信箱
 [72] 发明人 方海涛 吴永华

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 发明名称 激光雷达回波接收装置及控制方法

[57] 摘要

本发明公开了一种激光雷达回波接收装置及控制方法。装置含有激光发射和接收部件等，还包含微型计算机(7)和与其电连接的切割光路、遮挡低空回波信号的斩光部件、输出时间基准信号的基准信号部件(3)、产生触发信号和伺服电机(9)控制信号的时序信号部件(4)、远距离触发的信号驱动部件(5)；方法包括确定激光发射部件(6)的触发模式以产生重复率信号，确定伺服电机(9)的状态以产生时间基准信号，根据探测的高度、斩光盘(1)上圆孔(2)和叶片(11)间的圆心角及伺服电机(9)状态产生延时值 Δt ，由重复率信号和时间基准信号来产生同步信号并将其延迟 Δt 后，产生触发激光发射部件(6)的触发信号。它使用方便、快捷，可靠性高。



1、一种激光雷达回波接收装置，含有激光雷达中的激光发射部件（6）、接收部件和斩光部件，所说接收部件包含接收望远镜（12）和光电转换器（10），所说斩光部件包含电机、电机控制器和电机轴上的叶片（11），所说叶片（11）的旋转半径置于所说接收望远镜（12）的焦平面处，其特征是：

所说装置还包括微型计算机（7）和与其电连接的斩光部件、基准信号部件（3）、时序信号部件（4）和信号驱动部件（5）；

所说斩光部件包含伺服电机控制器（8）和与其电连接的伺服电机（9），以及伺服电机轴上的带有圆孔（2）和叶片（11）的斩光盘（1），用于切割基准信号部件（3）的光通路来使其产生时间基准信号，及使叶片（11）适时地置于光电转换器（10）之前以遮挡回波信号；

所说基准信号部件（3）包含发光二极管和光电三极管，它们分别置于所说圆孔（2）旋转半径的两侧，以输出时间基准信号；

所说时序信号部件（4）包含时序信号处理器和数模转换卡，其中，时序信号处理器由三块定时器/计数器级连而成，它们中的第一块的输出端与第二块的门控端相接，第二块的时钟端接基准信号部件（3）的输出端、输出端接第三块的门控端，第三块的输出端接至信号驱动部件（5）的输入端，三块定时器/计数器均经微型计算机（7）的地址译码器同其的地址总线相连接，其工作模式分别为，第一块工作于内部时钟、内部触发模式，用于产生原始的重复率信号，第二块工作于外部时钟、外部触发模式，用于实现重复率信号和时间基准信号的同步以产生同步信号，第三块工作于内部时钟、外部触发模式，用于对同步信号于微型计算机（7）送来的延时值的基础上进行延时以产生触发信号，数模转换卡的输出端接伺服电机控制器（8），用于产生斩光盘（1）转速的控制信号，斩光盘（1）的启动、转向和制动的控制信号由微型计算机（7）送来的数字信号产生；

所说信号驱动部件（5）包含时基电路、电压比较电路和放大电路，以将时序信号部件（4）输出的负脉冲触发信号转变成正脉冲触发信号，并对其进行整形和提升带负载的能力，用于远距离地触发激光发射部件（6）。

2、根据权利要求1所述的装置，其中，伺服电机（9）为1628型高速伺服电机。

3、根据权利要求1所述的装置，其中，伺服电机控制器（8）为BLD3502型伺服电路。

4、根据权利要求1所述的装置，其中，叶片（11）为两片，分别置于斩光盘（1）圆心对称的两端。

5、根据权利要求1所述的装置，其中，基准信号部件（3）中的发光二极管为红外发光二极管。

6、根据权利要求5所述的装置，其中，基准信号部件（3）为GK122型透射式光开关组件。

7、根据权利要求1或3所述的装置，其中，时序信号部件（4）中的定时器/计数器为PCL-836定时器/计数器，该PCL-836定时器/计数器置于微型计算机（7）主板的ISA扩展槽中，其上的级连而成的两组三块定时器/计数器（C0~C2，C3~C5）分别用于触发不

同的激光器，其数字量输出端口的①、②、③、⑦（地）端接至 BLD3502 型伺服电路板的对应端，用于控制伺服电机的启动、转向、制动。

8、根据权利要求 1 或 3 所述的装置，其中，时序信号部件（4）中的数模转换卡为 PCL-728 数模转换卡，该 PCL-728 数模转换卡置于微型计算机（7）主板的 ISA 扩展槽中，其输出端口 CH1 与 BLD3502 型伺服电路的输入端相连接。

9、根据权利要求 1 所述的装置，其中，信号驱动部件（5）中的时基电路为 555 通用时基电路，电压比较电路为 393 通用电压比较电路，放大电路为射极跟随放大器。

10、根据权利要求 1 所述的装置的控制方法，包括触发激光雷达中的激光发射部件（6）发射激光，以及由接收部件接收回波信号，其特征是所说方法包含以下步骤：

确定激光发射部件（6）的触发模式，产生一个代表触发模式的重复率信号；

确定伺服电机（9）的状态，并产生一个时间基准信号；

根据探测的高度，参考斩光盘（1）上的圆孔（2）和叶片（11）间的圆心角，以及伺服电机（9）的转向、转速，产生一个延时值 Δt ；

由重复率信号和时间基准信号来产生一个同步信号；

将同步信号延迟 Δt 后，产生触发激光发射部件（6）的触发信号。

激光雷达回波接收装置及控制方法

技术领域 本发明涉及一种雷达装置及运行方法,尤其是激光雷达回波接收装置及控制方法。

背景技术 目前,人们为了探测高空平流层气溶胶的状态,常使用激光雷达。激光雷达在探测时需要接收 10~40Km 左右的激光回波信号,模拟计算和实际测量结果都表明,10~40Km 激光回波信号强度的动态范围近 6 个数量级。在低空,每上升 3Km 回波信号强度约减少一个数量级;在高空,则每上升 10Km 回波信号强度才减少一个数量级。为提高探测的高度,人们只得增加激光器的发射功率或提高探测器的灵敏度。可是,这又引发了一个新问题,即低空回波信号很强,轻则使接收系统饱和,重则造成高灵敏度的探测器损坏;以光电倍增管为例,强光照射会使阴极材料疲劳,需要很长时间才能恢复。这必将使激光雷达的探测结果误差很大。为解决这一问题,在 2002 年 3 月 20 日公布的中国发明专利申请公开说明书 CN 1340702A 中披露了一种《多波长激光雷达可程序控制的光闸装置及控制方法》。它由激光发射部件、接收部件和可程序控制其开通与关断的光闸部件等构成,其中,激光发射部件采用 Nd-YAG 激光器和 XeCl 激光器;接收部件为接收望远镜和含有光电倍增管的多只光电转换器;光闸部件由高速交流电机轴上的光闸叶片、光闸叶片两侧的两套光闸信号检测电路、高速交流电机的可编程调频电源以及与该电源和前述的激光发射部件电连接的作为控制器的 Z64180 单片机与 EPROM 及面板手动开关组成;光闸叶片置于接收望远镜的近焦点处。工作时,根据探测高度的需要,通过控制器中的面板手动开关来人为地设定光闸叶片于接收光路上的位置,即光闸叶片是开通还是关断光电转换器前的接收光路,以遮挡住较强的低空回波信号,确保在探测大气的整个过程中,光电转换器均能工作在正常的范围内。但是,这种多波长激光雷达可程序控制的光闸装置及控制方法存在着不足之处,首先,使用不便,自动化程度不高,需人工间接地设定开通或关断接收光路;其次,结构复杂、集成度低,导致易出故障,可靠性差;再次,完成一次开关光闸所需的时间较长,使激光雷达难于快速地分别对高低空的目标进行实时探测。

发明内容 本发明要解决的技术问题为克服现有技术中的不足之处,提供一种使用方便、工作可靠,可快速实时探测的激光雷达回波接收装置及控制方法。

激光雷达回波接收装置含有激光雷达中的激光发射部件、接收部件和斩光部件,所说接收部件包含接收望远镜和光电转换器,所说斩光部件包含电机、电机控制器和电机轴上的叶片,所说叶片的旋转半径置于所说接收望远镜的焦平面处,特别是所说装置还包括微型计算机和与其电连接的斩光部件、基准信号部件、时序信号部件和信号驱动部件;所说斩光部件包含伺服电机控制器和与其电连接的伺服电机,以及伺服电机轴上的带有圆孔和叶片的斩光盘,用于切割基准信号部件的光通路来使其产生时间基准信号,及使叶片适时地置于光电转换器之前以遮挡低空回波信号;所说基准信号部件包含发光二极管和光电三极管,它们分别置于所说圆孔旋转半径的两侧,以输出时间基准信号;所说时序信号部件包含时序信号处理器和数模转换卡,其中,时序信号处理器由三块定时器/计数器级连而

成，它们中的第一块的输出端与第二块的门控端相接，第二块的时钟端接基准信号部件的输出端、输出端接第三块的门控端，第三块的输出端接至信号驱动部件的输入端，三块定时器/计数器均经微型计算机的地址译码器同其地址总线相连接，其工作模式分别为，第一块工作于内部时钟、内部触发模式，用于产生原始的重复率信号，第二块工作于外部时钟、外部触发模式，用于实现重复率信号和时间基准信号的同步以产生同步信号，第三块工作于内部时钟、外部触发模式，用于对同步信号于微型计算机送来的延时值的基础上进行延时以产生触发信号，数模转换卡的输出端接伺服电机控制器，用于产生斩光盘转速的控制信号，斩光盘的启动、转向和制动的控制信号由微型计算机送来的数字信号产生；所说信号驱动部件包含时基电路、电压比较电路和放大电路，以将时序信号部件输出的负脉冲触发信号转变成正脉冲触发信号，并对其进行整形和提升带负载的能力，用于远距离地触发激光发射部件。

作为装置的进一步改进，所述的伺服电机为 1628 型高速伺服电机；所述的伺服电机控制器为 BLD3502 型伺服电路；所述的叶片为两片，分别置于斩光盘圆心对称的两端；所述的基准信号部件中的发光二极管为红外发光二极管；所述的基准信号部件为 GK122 型透射式光开关组件；所述的时序信号部件中的定时器/计数器为 PCL-836 定时器/计数器，该 PCL-836 定时器/计数器置于微型计算机主板的 ISA 扩展槽中，其上的级连而成的两组三块定时器/计数器分别用于触发不同的激光器，其数字量输出端口的①、②、③、⑦（地）端接至 BLD3502 型伺服电路板的对应端，用于控制伺服电机的启动、转向、制动；所述的时序信号部件中的数模转换卡为 PCL-728 数模转换卡，该 PCL-728 数模转换卡置于微型计算机主板的 ISA 扩展槽中，其输出端口 CH1 与 BLD3502 型伺服电路的输入端相连接；所述的信号驱动部件中的时基电路为 555 通用时基电路，电压比较电路为 393 通用电压比较电路，放大电路为射极跟随放大器。

激光雷达回波接收装置的控制方法包括触发激光雷达中的激光发射部件发射激光，以及由接收部件接收回波信号，特别是所说方法包含以下步骤：确定激光发射部件的触发模式，产生一个代表触发模式的重复率信号；确定伺服电机的状态，并产生一个时间基准信号；根据探测的高度，参考斩光盘上的圆孔和叶片间的圆心角，以及伺服电机的转向、转速，产生一个延时值 Δt ；由重复率信号和时间基准信号来产生一个同步信号；将同步信号延迟 Δt 后，产生触发激光发射部件的触发信号。

相对于现有技术的有益效果是，其一，整个回波接收装置均在微型计算机的统一控制下运行的，在一次设定相关的参数后，用户只需输入探测的高度值就可由装置获得测量的结果，既方便，又快捷；其二，斩光盘上同时带有以产生时间基准信号的圆孔和用于遮挡低空回波信号的叶片，由时间基准信号就可得知叶片的准确位置，省却了叶片位置的检测部件，提高了装置的集成度及可靠性；其三，能连续、快速、实时地分别对高低空的目标进行探测。

附图说明 下面结合附图对本发明的优选方式作进一步详细的描述。

图 1 是本发明的一种基本结构示意图；

图 2 是图 1 中时序信号部件构成之一的 PCL-836 定时器/计数器的连线图；

图 3 是图 1 中信号驱动部件的一种实施例电路结构图；

图 4 是本发明控制方法的流程图；

图 5 是图 1 所示装置的工作流程图；

图 6 是本发明的控制信号时序图，其中，(A) 为装置产生的原始触发信号，即重复率信号，此信号并不用于触发激光发射部件，(B) 为基准信号部件被斩光部件切割光通路后产生的时间基准信号，(C) 为将重复率信号和时间基准信号同步后所产生的带有叶片位置的同步信号，(D) 为将同步信号延时 Δt 后用于触发激光发射部件的触发信号；

图 7 是使用本发明后的实际效果图，其中，横坐标为探测高度，单位为千米，纵坐标为激光回波信号强度，单位为光子数；图中 9Km 以下所出现的波峰为光电倍增管接通时的噪音。

具体实施方式 参见图 1、图 2 和图 3，激光雷达回波接收装置包括一台微型计算机 7，一个斩光部件，一个接收部件，一个基准信号部件 3，一个时序信号部件 4，一个信号驱动部件 5 和一个激光发射部件 6。该微型计算机 7 分别与斩光部件、基准信号部件 3、时序信号部件 4 和信号驱动部件 5 电连接，信号驱动部件 5 与激光发射部件 6 电连接。

其中，微型计算机 7 起总体控制作用，它为通用型的微机。

斩光部件包含 Minimotor 公司的 BLD3502 型伺服电路（伺服电机控制器 8）和与其电连接的 Minimotor 公司的 1628 型高速伺服电机 9，以及伺服电机轴上的带有一个圆孔 2 和与其圆心对称的两片叶片 11 的斩光盘 1；用于切割基准信号部件 3 的光通路来使其产生时间基准信号，及使叶片 11 适时地置于光电转换器 10 之前以遮挡低空回波信号。

接收部件包含接收望远镜 12 和光电转换器 10，接收望远镜 12 和光电转换器 10 分别置于叶片 11 旋转半径的两侧，其中的光电转换器 10 选用光电倍增管；用于接收激光回波信号。

基准信号部件 3 包含红外发光二极管和光电三极管，它们分别置于圆孔 2 旋转半径的两侧，其由一只 GK122 型透射式光开关组件构成；以输出时间基准信号。

时序信号部件 4 包含研华公司的 PCL-836 定时器/计数器和 PCL-728 数模转换卡，它们均置于微型计算机 7 主板的 ISA 扩展槽中。其中，PCL-836 定时器/计数器由两组三块定时器/计数器（C0~C2，C3~C5）级连而成，两组并行工作，分别用于触发 Nd-YAG 激光器和 XeCl 激光器，其时序端口的的外部连线为第一块（C0，C3）的输出端（OUT0，OUT3）与第二块（C1，C4）的门控端（GATE1，GATE4）相接，第二块（C1，C4）的时钟端（CLK1，CLK4）均接基准信号部件 3 的输出端、输出端（OUT1，OUT4）接第三块（C2，C5）的门控端（GATE2，GATE5），第三块（C2，C5）的输出端（OUT2，OUT5）接至信号驱动部件 5 的输入端，两组三块定时器/计数器（C0~C2，C3~C5）均经微型计算机 7 的地址译码器同其的地址总线相连接，其工作模式分别为：第一块（C0，C3）工作于内部时钟、内部触发模式，用于产生原始的重复率信号，第二块（C1，C4）工作于外部时钟、外部触发模式，用于实现重复率信号和时间基准信号的同步以产生同步信号，第三块（C2，C5）工作于内部时钟、外部触发模式，用于对同步信号于微型计算机 7 送来的延时值的基础上进行延时以产生触发激光发射部件 6 的触发信号（负逻辑抗干扰信号），具体的设置方法可详见 PCL-836 的使用手册；PCL-836 定时器/计数器的数字量输出端口的①、②、③、④（地）端产生启动、转向、制动信号，接至 BLD3502 型伺服电路板的对应端，用

于控制伺服电机 9 的状态；PCL—728 数模转换卡的 CH1 端口接至 BLD3502 型伺服电路板的输入端，其由软件控制输出的 0~10V 连续可调电压，用于控制斩光器中伺服电机 9 的转速。

信号驱动部件 5 包含 555 通用时基电路 U1、393 通用电压比较电路 U2 和射极跟随放大器等。其中，与 U1 相电连接的电阻 R1、电容 C1 构成负沿触发的脉冲翻转电路，将时序信号部件 4 输出的脉宽只有 1 微秒的负脉冲信号转变成正脉冲信号。与 U2 电连接的电阻 R2 和 R3（比值为 5:1）、上拉电阻 R4、输入电阻 R5 构成脉冲整形电路，将正脉冲信号进行 50~250 微秒的脉宽调整，以增强信号远距离传输时的抗干扰能力。三极管 3DG1 和电阻 R6 构成射极跟随放大器，用于提高信号的带负载能力，完成远距离地对激光发射部件 6 的触发。

激光发射部件 6 包含测量气溶胶散射比、消光比的 YAG 激光器和测量臭氧、水蒸气的 XeCl 激光器。

参见图 4、图 5、图 6 和图 7，激光雷达回波接收装置的控制方法和装置工作流程如下：对激光雷达回波接收装置通电后，微型计算机 7 给各个功能部件预置初始值，即设定其初始工作状态，其中，给 PCL-836 定时器/计数器的定时器/计数器（C0，C3）设定的工作模式为内部时钟、内部触发模式，给定时器/计数器（C1，C4）设定的工作模式为外部时钟、外部触发模式，给定时器/计数器（C2，C5）设定的工作模式为内部时钟、外部触发模式（步骤 110）。接着，在装置的使用者给装置设定一个触发方式后，即设定装置是单次随机触发还是连续稳定触发，如可选 50~250 微秒脉宽的单次随机触发，或分别以 10Hz 或 20Hz 的频率连续稳定触发，微型计算机 7 由此产生一个对应的时间参数后经其地址总线送至 PCL-836 定时器/计数器的定时器/计数器（C0，C3），以由其产生相应脉宽的原始重复率信号（步骤 120~130）。然后，在装置的使用者给装置设定伺服电机 9 的转速后，微型计算机 7 产生一个工作参数来对 PCL—728 数模转换卡进行设定，并启动伺服电机 9（步骤 140~160），以由斩光盘 1 切割基准信号部件 3 的光通路来使其产生时间基准信号。之后，在装置的使用者给装置设定一个探测高度后，如 40Km 以上的高度，微型计算机 7 根据触发方式、伺服电机 9 的转向、转速、斩光盘 1 上的圆孔 2 和叶片 11 间的圆心角，以及探测高度，计算出一个延时值 Δt ，并经其地址总线送往定时器/计数器（C2，C5）；在此之前，定时器/计数器（C1，C4）的门控端（GATE1，GATE4）和时钟端（CLK1，CLK4）已分别收到定时器/计数器（C0，C3）产生的重复率信号和由基准信号部件 3 输出的时间基准信号，并将它们相与后而产生了一个送往定时器/计数器（C2，C5）门控端（GATE2，GATE5）的同步信号，此时的定时器/计数器（C2，C5）将同步信号延时 Δt 后，其的输出端（OUT2，OUT5）发出一个脉宽只有 1 微秒的触发激光发射部件 6 的负脉冲触发信号（负逻辑抗干扰信号）（步骤 170~200）。信号驱动部件 5 中的 555 通用时基电路 U1 的输入端 IN 接到该信号后，将其转变成正脉冲信号并送至 393 通用电压比较电路 U2，由 U2 将正脉冲信号进行 50~250 微秒的脉宽调整后送至三极管 3DG1 进行放大，以提高信号的带负载能力，完成远距离地对激光发射部件 6 的触发。激光发射部件 6 被触发后发射激光，其不同高度的回波信号先后经接收望远镜 12 聚集后射向光电倍增管，此时由伺服电机 9 带动旋转的斩光盘 1 上的叶片 11 将遮挡住 40Km 以下低空的回波信号，而

只放过 40Km 以上的回波信号，其激光回波信号如图 7 所示；其中，35~40Km 高度的激光回波信号曲线的出现是由于回波信号光斑被叶片 11 从全遮挡逐渐变为部分遮挡，直到全部通过所产生的。本装置的遮挡过渡时间（从全关到全开）为 50 微秒，这对远距离测量无影响，因为激光雷达高层测量的起始距离为 9 公里，即回波信号的传输时间需 60 微秒，远大于遮挡过渡时间，从而避免了过渡状态对测量的影响。当一个探测进程完成后，装置等待使用者决定是否继续探测（步骤 210）？如果不探测，则令伺服电机 9 停止转动，转到等待使用者给装置设定触发方式处（步骤 220）；如果继续探测，装置将询问使用者是否改变探测的高度（步骤 230）？如果改变高度，则转使用者给装置设定探测高度处（步骤 170）；如果不改变高度，则装置仍按原高度（转步骤 180）自动进行再次的探测。

本例仅例举了触发激光发射部件 6 中的一种激光器，若触发两种以上的激光器，则只需在本例前判断一下触发何种激光器即可。

显然，本领域的技术人员可以对本发明的激光雷达回波接收装置进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

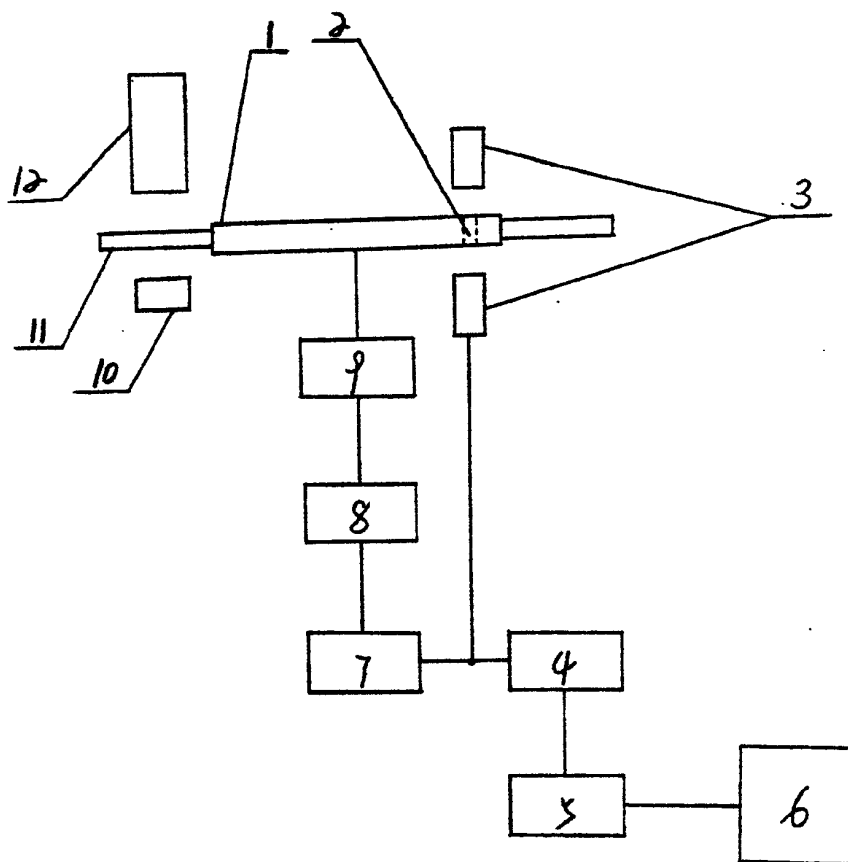


图 1

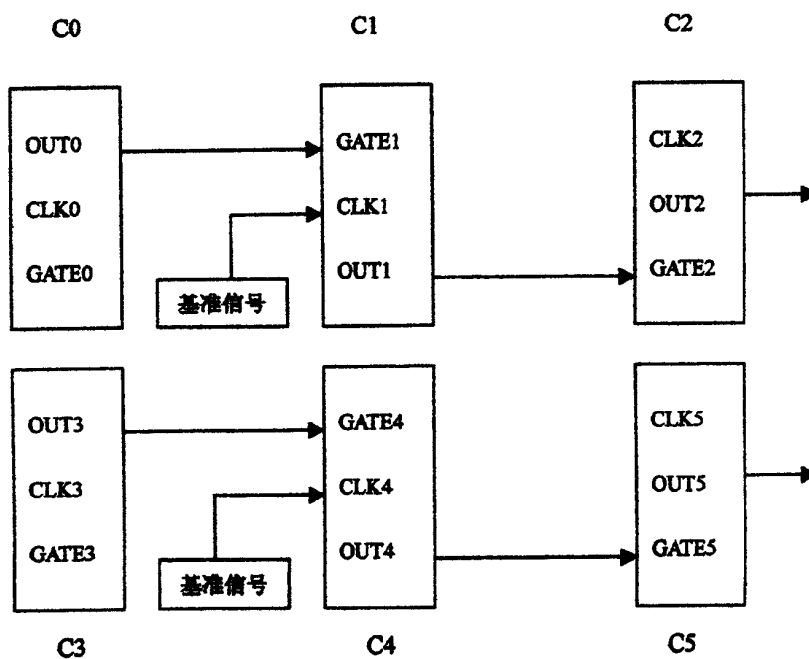


图 2

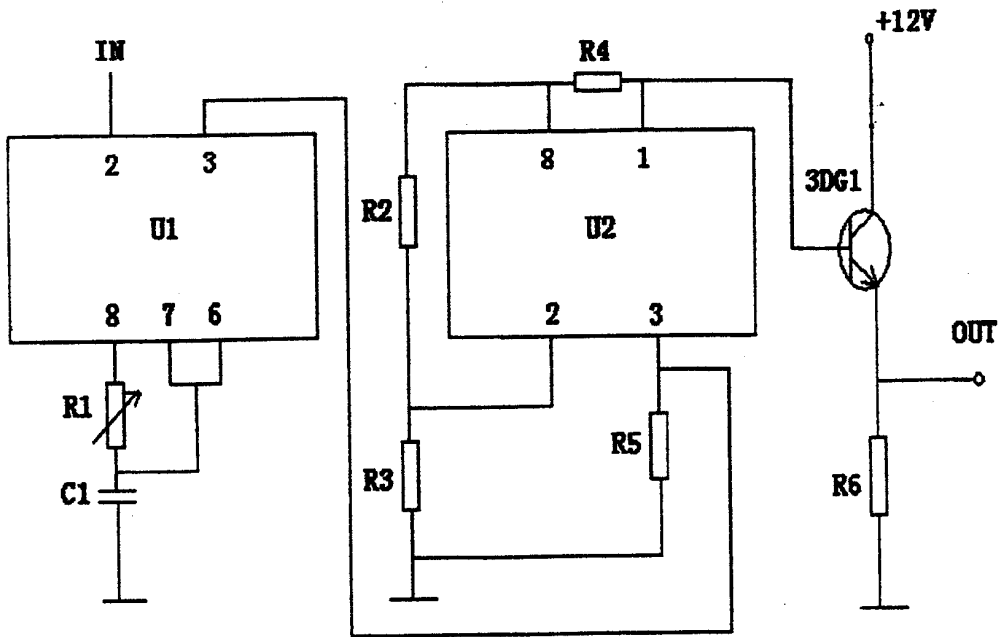


图 3

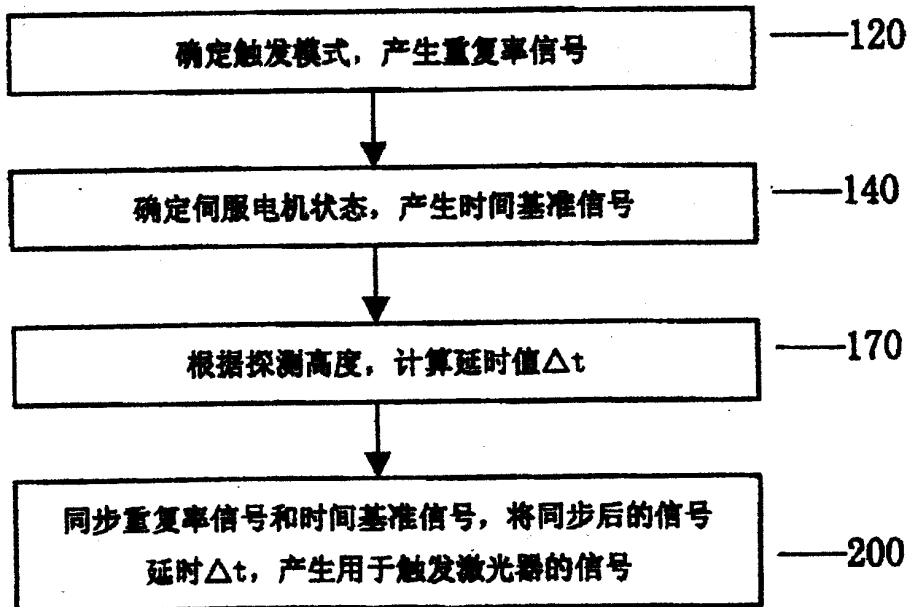


图 4

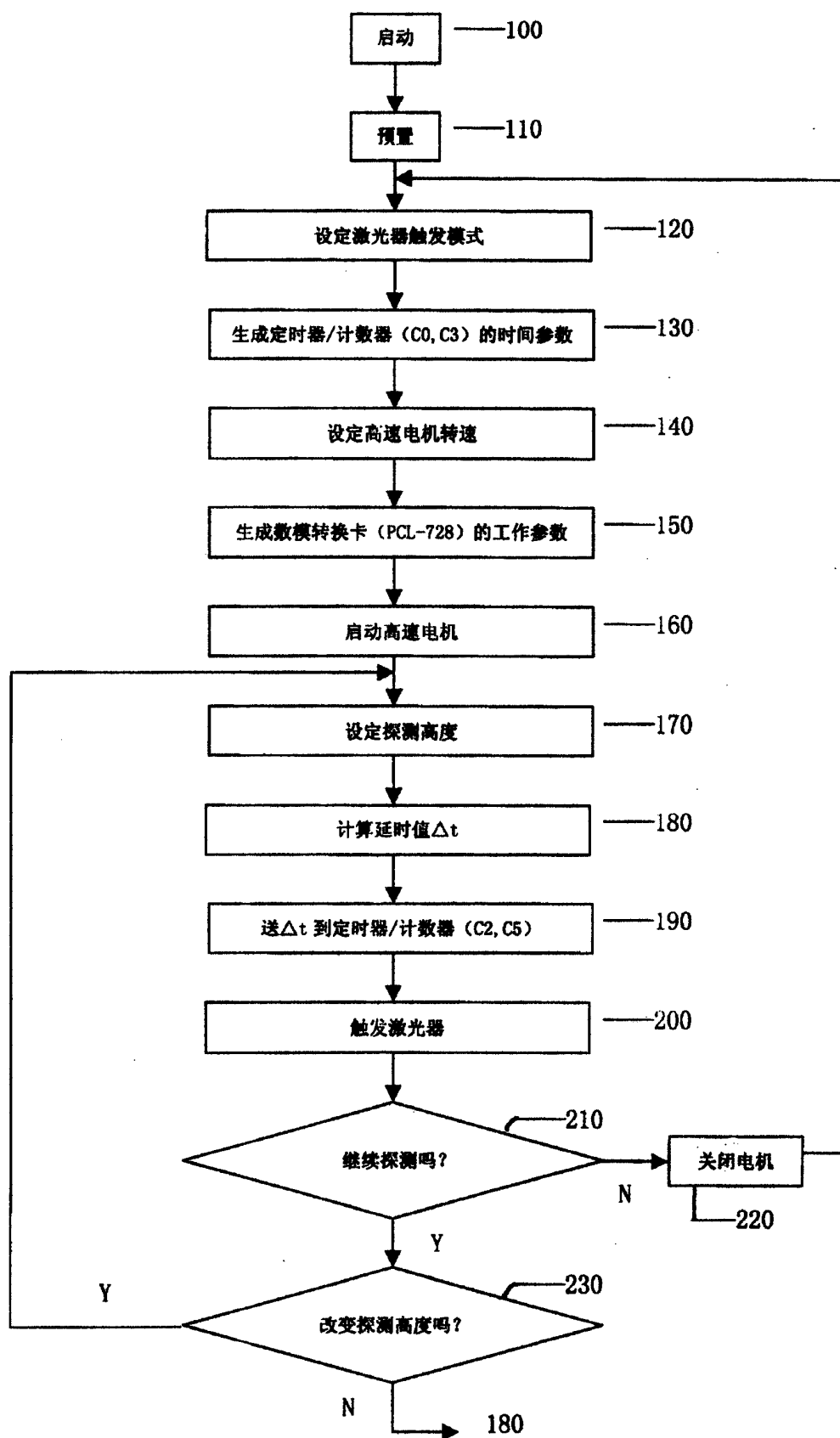


图 5

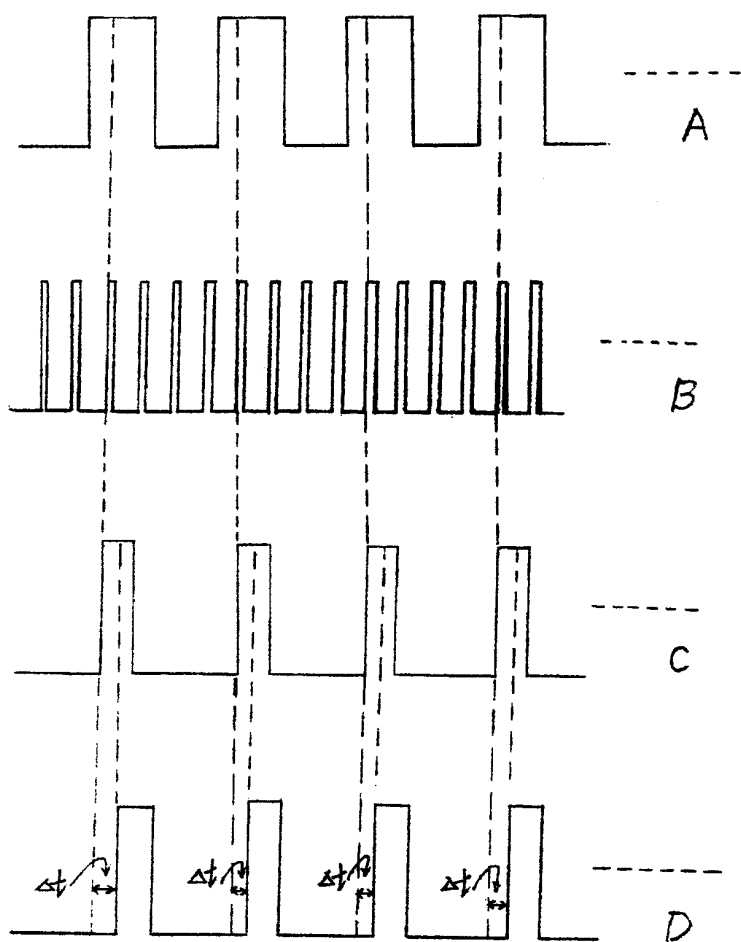


图 6

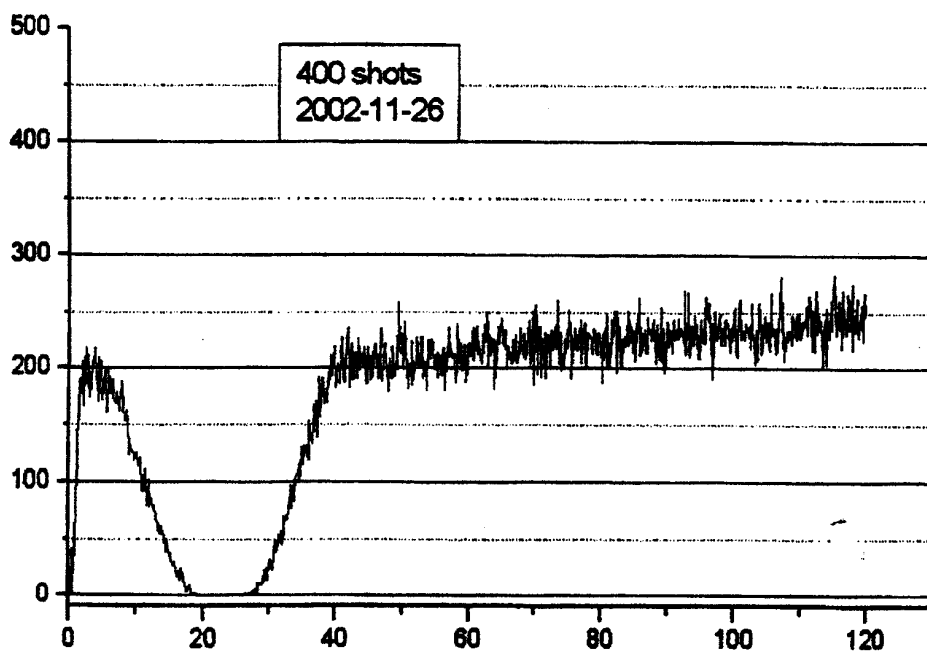


图 7