



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104296606 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410423989. 7

(22) 申请日 2014. 08. 26

(71) 申请人 上海无线电设备研究所
地址 200090 上海市杨浦区黎平路 203 号

(72) 发明人 朱晓蕾

(74) 专利代理机构 上海信好专利代理事务所
(普通合伙) 31249

代理人 张妍

(51) Int. Cl.

F42C 13/02 (2006. 01)

H03F 1/26 (2006. 01)

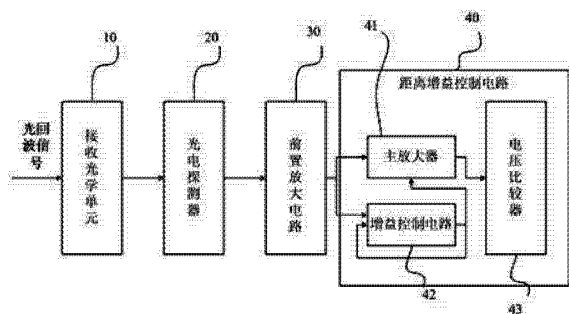
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种激光引信接收系统

(57) 摘要

本发明公开了一种激光引信接收系统,该接收系统包含:接收光学单元,与所述接收光学单元连接光电探测器,与所述光电探测器连接的前置放大电路,所述前置放大电路的输出端连接的距离增益控制电路。通过在接收系统中设置光电探测器、前置放大电路,解决了光电串扰问题;同时设置距离增益控制电路,增加了信号滤波、距离增益功能,解决了激光引信视场大、作用距离远的问题,提高了接收率。



1. 一种激光引信接收系统,其特征在于,该接收系统包含:
接收光学单元(10);
光电探测器(20),与所述接收光学单元(10)连接;
前置放大电路(30),与所述光电探测器(20)连接;
距离增益控制电路(40),所述距离增益控制电路(40)的输入端与所述前置放大电路(30)的输出端连接。

2. 如权利要求1所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述距离增益控制电路(40)包含:

主放大器(41),所述主放大器(41)的第一输入端与所述前置放大电路(30)的输出端连接;

增益控制电路(42),所述增益控制电路(42)的第一输入端与所述前置放大电路(30)的输出端连接,该增益控制电路(42)的第二输入端与该增益控制电路(42)的输出端连接;该增益控制电路(42)的输出端与所述主放大器(41)的第二输入端连接;

电压比较器(43),所述电压比较器(43)的输入端与所述主放大器(41)的输出端连接。

3. 如权利要求1所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述前置放大电路(30)包含:

电源,及分别与所述电源连接的电阻 R_L 、电阻 R_1 、电阻 R_2 ;

所述电阻 R_L 的另一端与电容 C_1 、三极管 BG_1 的基极依次连接,所述三极管 BG_1 的射极与电阻 R_3 连接,所述电阻 R_3 的另一端接地;

所述电阻 R_1 的另一端分别与所述三极管 BG_1 的集极、三极管 BG_2 的基极连接;

所述电阻 R_2 的另一端分别与所述三极管 BG_2 的集极、电容 C_2 连接,所述电容 C_2 的另一端为所述前置放大电路(30)的输出端;

所述三极管 BG_2 的射极与电阻 R_5 、电阻 R_6 依次连接,所述电阻 R_6 的另一端接地;

电阻 R_4 的一端与所述三极管 BG_1 的集极连接,该电阻 R_4 的另一端设置在所述电阻 R_5 、电阻 R_6 之间;

电容 C_3 的一端设置在所述电阻 R_5 、电阻 R_6 之间,所述电容 C_3 的另一端接地。

4. 如权利要求3所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述光电探测器(20)的一端设置在所述电阻 R_L 与电容 C_1 之间,该光电探测器(20)的另一端接地。

5. 如权利要求4所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述光电探测器(20)为硅PIN型探测器,该光电探测器(20)的负极设置在所述电阻 R_L 与电容 C_1 之间,该光电探测器(20)的正极接地。

6. 如权利要求1所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述增益控制电路(42)包含:

乘法器(421),分别与其连接的第一信号处理电路(422)、第二信号处理电路(423)、降噪电路(424);

所述乘法器(421)的输出端与所述主放大器(41)的连接。

7. 如权利要求6所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述第一信号处理电路(422)包含:电容 C_{11} 、电阻 R_{11} 及二极管 D_1 ;

所述前置放大电路(30)的输出端与所述电容 C_{11} 、电阻 R_{11} 依次连接后接地,所述二

极管 D1 并联至所述电阻 R11 两端;所述乘法器(421)的 X1 输入端连在所述电容 C11、电阻 R11 之间。

8. 如权利要求 6 所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述第二信号处理电路(423)包含:电阻 R9、电阻 R10 及电容 C21;

外部距离门信号端与所述电阻 R9、电容 C21 依次连接并接地,所述电阻 R10 并联至所述电容 C21 两端;所述乘法器(421)的 Y1 输入端连在所述电容 C21、电阻 R9 之间。

9. 如权利要求 6 所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述降噪电路(424)包含:电阻 R12、电阻 R13、电阻 R14、电容 C22 及电容 C24;

所述电阻 R12 一端与外部第一参考电压端连接,该电阻 R12 另一端分别与所述电阻 R13 一端、电阻 R14 一端、电容 C22 一端、电容 C24 一端及所述乘法器(421)的 X2 输入端连接;所述电阻 R14 另一端、电容 C22 另一端、电容 C24 另一端分别接地;所述电阻 R13 另一端与外部第二参考电压端连接。

10. 如权利要求 6 所述的激光引信接收系统,其特征在于,所述增益控制电路(42)还包含:电阻 R15、电阻 R16;

所述乘法器(421)的输出端与所述电阻 R15、电阻 R16 依次连接并接地;该乘法器(421)的 Z 输入端连在所述电阻 R15、电阻 R16 之间。

一种激光引信接收系统

技术领域

[0001] 本发明涉及激光引信领域,具体涉及一种激光引信接收系统。

背景技术

[0002] 激光引信的接收系统需要将接收的光信号转换成电信号,经过放大和整形后给后级电路。

[0003] 国内有多家单位研究激光引信。但基本上仅限于算法研究和建模,且是针对舰艇、直升机等体积较大的目标的研究,而针对低空小目标的激光引信的研究几乎是空白。针对超低空的大、小目标,弹目交会复杂,为不漏探目标,激光引信必须在弹轴 360° 范围内都能探测到目标。目前国内的接收系统,有采用雪崩光电二极管(APD)、光电倍增管和 PIN 硅探测系统,但 APD 探测器其偏置电压很高,而光电倍增管属于外部激发体积很大,都无法满足小型化高效激光引信的接收系统要求。使用 PIN 硅探测器的接收系统比较适合激光引信,但目前国内已有同类型的系统光敏面尺寸为 1.5mm×15mm,无法满足小型化要求。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种激光引信接收系统,通过在接收系统中设置光电探测器、前置放大电路,解决了光电串扰问题;同时设置距离增益控制电路,增加了信号滤波、距离增益功能,解决了激光引信视场大、作用距离远的问题,提高了接收率。

[0005] 为了达到上述目的,本发明通过以下技术方案实现:

一种激光引信接收系统,其特点是,该接收系统包含:

接收光学单元;

光电探测器,与所述接收光学单元连接;

前置放大电路,与所述光电探测器连接;

距离增益控制电路,所述距离增益控制电路的输入端与所述前置放大电路的输出端连接。

[0006] 优选地,所述距离增益控制电路包含:

主放大器,所述主放大器的第一输入端与所述前置放大电路的输出端连接;

增益控制电路,所述增益控制电路的第一输入端与所述前置放大电路的输出端连接,该增益控制电路的第二输入端与该增益控制电路的输出端连接;该增益控制电路的输出端与所述主放大器的第二输入端连接;

电压比较器,所述电压比较器的输入端与所述主放大器的输出端连接。

[0007] 优选地,所述前置放大电路包含:

电源,及分别与所述电源连接的电阻 R_L 、电阻 R_1 、电阻 R_2 ;

所述电阻 R_L 的另一端与电容 C_1 、三极管 BG_1 的基极依次连接,所述三极管 BG_1 的射极与电阻 R_3 连接,所述电阻 R_3 的另一端接地;

所述电阻 R_1 的另一端分别与所述三极管 BG_1 的集极、三极管 BG_2 的基极连接;

所述电阻 R2 的另一端分别与所述三极管 BG2 的集极、电容 C2 连接,所述电容 C2 的另一端为所述前置放大电路的输出端;

所述三极管 BG2 的射极与电阻 R5、电阻 R6 依次连接,所述电阻 R6 的另一端接地;

电阻 R4 的一端与所述三极管 BG1 的集极连接,该电阻 R4 的另一端设置在所述电阻 R5、电阻 R6 之间;

电容 C3 的一端设置在所述电阻 R5、电阻 R6 之间,所述电容 C3 的另一端接地。

[0008] 优选地,所述光电探测器的一端设置在所述电阻 RL 与电容 C1 之间,该光电探测器的另一端接地。

[0009] 优选地,所述光电探测器为硅 PIN 型探测器,该光电探测器的负极设置在所述电阻 RL 与电容 C1 之间,该光电探测器的正极接地。

[0010] 优选地,所述增益控制电路包含:乘法器,分别与其连接的第一信号处理电路、第二信号处理电路、降噪电路;所述乘法器的输出端与所述主放大器的连接。

[0011] 优选地,所述第一信号处理电路包含:电容 C11、电阻 R11 及二极管 D1;

所述前置放大电路的输出端与所述电容 C11、电阻 R11 依次连接后接地,所述二极管 D1 并联至所述电阻 R11 两端;所述乘法器的 X1 输入端连在所述电容 C11、电阻 R11 之间。

[0012] 优选地,所述第二信号处理电路包含:电阻 R9、电阻 R10 及电容 C21;

外部距离门信号端与所述电阻 R9、电容 C21 依次连接并接地,所述电阻 R10 并联至所述电容 C21 两端;所述乘法器的 Y1 输入端连在所述电容 C21、电阻 R9 之间。

[0013] 优选地,所述降噪电路包含:电阻 R12、电阻 R13、电阻 R14、电容 C22 及电容 C24;

所述电阻 R12 一端与外部第一参考电压端连接,该电阻 R12 另一端分别与所述电阻 R13 一端、电阻 R14 一端、电容 C22 一端、电容 C24 一端及所述乘法器的 X2 输入端连接;所述电阻 R14 另一端、电容 C22 另一端、电容 C24 另一端分别接地;所述电阻 R13 另一端与外部第二参考电压端连接。

[0014] 优选地,所述增益控制电路还包含:电阻 R15、电阻 R16;所述乘法器的输出端与所述电阻 R15、电阻 R16 依次连接并接地;该乘法器的 Z 输入端连在所述电阻 R15、电阻 R16 之间。

[0015] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

本发明将光电探测器、前置放大电路相结合设计,解决了光电串扰问题,在保证输出信号基本不失真的情况下,将前置放大电路的频响带宽加以控制,以降低热噪声和散粒噪声。同时,增加增益控制电路能够增加滤波和距离增益控制功能,解决激光引信视场大、作用距离远的特点,提高了接收效率。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明一种激光引信接收系统的整体结构示意图。

[0017] 图 2 为本发明一种激光引信接收系统的局部电路示意图。

[0018] 图 3 为本发明一种激光引信接收系统的增益控制电路的电路图。

[0019] 图 4 为本发明一种激光引信接收系统的实施例示意图之一。

[0020]

具体实施方式

[0021] 以下结合附图,通过详细说明一个较佳的具体实施例,对本发明做进一步阐述。

[0022] 如图 1 所示,一种激光引信接收系统,该接收系统包含:接收光学单元 10、光电探测器 20、前置放大电路 30 及距离增益控制电路 40。

[0023] 光电探测器 20 与接收光学单元 10 连接;前置放大电路 30 与光电探测器 20 连接;距离增益控制电路 40 的输入端与前置放大电路 30 的输出端连接。

[0024] 当对前置放大电路 30 的输入阻抗要求不高,而且体积尺寸允许时,普通的低噪声三极管可作为前置放大电路,其带宽要求和噪声都能满足要求。本申请采用两级共发射极晶体管设计成前置放大电路 30。

[0025] 如图 2 所示,前置放大电路 30 包含:电源,及分别与电源连接的电阻 RL、电阻 R1、电阻 R2。电阻 RL 的另一端与电容 C1、三极管 BG1 的基极依次连接,三极管 BG1 的射极与电阻 R3 连接,电阻 R3 的另一端接地。电阻 R1 的另一端分别与三极管 BG1 的集极、三极管 BG2 的基极连接。电阻 R2 的另一端分别与三极管 BG2 的集极、电容 C2 连接,电容 C2 的另一端为前置放大电路 30 的输出端。三极管 BG2 的射极与电阻 R5、电阻 R6 依次连接,电阻 R6 的另一端接地;电阻 R4 的一端与三极管 BG1 的集极连接,该电阻 R4 的另一端设置在电阻 R5、电阻 R6 之间;电容 C3 的一端设置在电阻 R5、电阻 R6 之间,电容 C3 的另一端接地。

[0026] 光电探测器 20 的一端设置在电阻 RL 与电容 C1 之间,该光电探测器 20 的另一端接地。

[0027] 本实施例中,光电探测器 20 为硅 PIN 型探测器,该光电探测器 20 的负极设置在电阻 RL 与电容 C1 之间,该光电探测器 20 的正极接地。选择硅 PIN 型探测器作为光电探测器 20,是由于硅 PIN 型探测器在 $\lambda = 900\text{nm}$ 时,响应度达到 $0.5\text{A/W} \sim 0.6\text{A/W}$,响应时间为几个纳秒,暗电流仅为几十纳安,其特性符合本发明的设计要求。

[0028] 两级晶体管 BG1、BG2 组建成的前置放大电路为共发射极组态,既有电流增益,又有电压增益。光电探测器 20 加的是反向偏置,光照后反向电流增加,该反向电流与入射光功率成线性关系。在探测器输入回路中,则:

$$U_s = \frac{R_L}{R_D + R_L} U_B, \quad U_B = E$$

RD—光电探测器的暗电阻;

RL—负载电阻;

UB—电源电压;

US—输出的光电转换信号电压。

[0029] 对上式进行微分,得到:

$$\Delta U_s = U_B \frac{R_L}{(R_D + R_L)^2} \Delta R_D$$

上式给出了偏压、负载电阻与信号的关系式,当 $R_L = R_D$ 时, ΔU_s 有最大值。但在具体设计中,要考虑到噪声系数等的影响,RL 的值不能取的过大。

[0030] 则前置放大电路 30 的输出电压为:

$$U_0 = -k\Delta U_s$$

k—前置放大电路的放大系数。

[0031] 如图 1 所示,距离增益控制电路 40 包含:主放大器 41、增益控制电路 42 及电压比较器 43。

[0032] 主放大器 41 的第一输入端与前置放大电路 30 的输出端连接;增益控制电路 42 的第一输入端与前置放大电路 30 的输出端连接,该增益控制电路 42 的输出端分别与增益控制电路 42 的第二输入端、主放大器 41 的第二输入端连接;电压比较器 43 的输入端与主放大器 41 的输出端连接。

[0033] 如图 3 所示,增益控制电路 42 包含:乘法器 421,分别与其连接的第一信号处理电路 422、第二信号处理电路 423、降噪电路 424。乘法器 421 的输出端与主放大器 41 的连接。

[0034] 第一信号处理电路 422 包含:电容 C11、电阻 R11 及二极管 D1。前置放大电路 30 的输出端与电容 C11、电阻 R11 依次连接后接地,二极管 D1 并联至电阻 R11 两端;乘法器 421 的 X1 输入端连在电容 C11、电阻 R11 之间。

[0035] 第二信号处理电路 423 包含:电阻 R9、电阻 R10 及电容 C21。外部距离门信号端与电阻 R9、电容 C21 依次连接并接地,电阻 R10 并联至电容 C21 两端;乘法器 421 的 Y1 输入端连在所述电容 C21、电阻 R9 之间。

[0036] 本发明中,外部电机通过输入距离波门信号至增益控制电路 42 的第二信号处理电路 423。

[0037] 降噪电路 424 包含:电阻 R12、电阻 R13、电阻 R14、电容 C22 及电容 C24。电阻 R12 一端与外部第一参考电压端连接,该电阻 R12 另一端分别与电阻 R13 一端、电阻 R14 一端、电容 C22 一端、电容 C24 一端及乘法器 421 的 X2 输入端连接;电阻 R14 另一端、电容 C22 另一端、电容 C24 另一端分别接地;所述电阻 R13 另一端与外部第二参考电压端连接。

[0038] 增益控制电路 42 还包含:电阻 R15、电阻 R16;所述乘法器 421 的输出端与所述电阻 R15、电阻 R16 依次连接并接地;该乘法器 421 的 Z 输入端连在所述电阻 R15、电阻 R16 之间。

[0039] 如图 3 所示,本发明中选用型号为 AD835AN 的乘法器用作乘法器 421。乘法器 421 的 Y2 输入端接地。该乘法器 421 的运用原理如下:

$$X=X1-X2;$$

$$Y=Y1-Y2;$$

$$W=K \cdot (X \cdot Y+Z);$$

其中, X1 为乘法器 421 的 X1 输入端, X2 为乘法器 421 的 X2 输入端, Y1 为乘法器 421 的 Y1 输入端, Y2 为乘法器 421 的 Y2 输入端, Z 为乘法器 421 的 Z 输入端, K 为乘法器 421 的放大倍数, W 为乘法器 421 的输出端。

[0040] 根据上式计算处理光电探测器 20 的输出信号,控制增益随时间的变化规律,使得近距离的回波信号虽然返回快,但控制增益非常小,远距离的回波信号返回慢,控制增益逐渐增加。这样就可以对近距离的云层信号衰减,而对远处的目标回波信号进行放大。

[0041] 如图 4 所示,外部电机通过输入距离波门信号时宽为 150ns,增益控制电路 42 将距离波门进行积分,得到一条随距离增大增益逐步增大的时间增益控制斜线,主放大器 41 将

前置放大电路 30 的输出信号与时间增益控制斜线相乘,输出钟形波至电压比较器 43。对应距离近的信号将减小而距离远的信号将增大。为了使近距与远距的增益差别变大,可以对前置放大输出的 50ns 信号进行微分处理,变为 10ns 左右的宽度,这样主要是使用回波的前沿而不是脉冲宽度,能使近距与远距的时间分辨率更高。

[0042] 本发明中,对主放大器 41 的选择要求主要包括高增益、宽频带和增益可调。本实施例中,采用 AD603 或 AD8369 芯片用作主放大器 41;采用 MAX903 芯片用作电压比较器 43。

[0043] 本发明一种激光引信接收系统,在实际使用过程中,具体工作原理如下:

接收光学单元 10 接收光回波信号,并将该光回波信号进行整合、聚合,使得处理后的光信号通过光电探测器 20 进行转换变为电信号,该电信号经前置放大电路 30 进行放大处理,处理后的信号经距离增益控制电路 40 处理,输出相应的 TTL 脉冲信号供后级电路处理。

[0044] 本发明经实验验证,光电探测器 20、前置放大电路 30 的响应度达到 $2 \times 10^5 \text{V/W}$,灵敏度达到 250nW,上升速度为 18ns,体积仅为 $\phi 15\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。

[0045] 经激光引信接收系统输出的方波信号为 100mV,重复频率为 10kHz。获得测试结果如下:

距 离	增益	对比
结果		
近距 ($\Delta\tau=5\text{ns}$)	12.4dB	近距与远距差别为 6.6dB
远距 ($\Delta\tau=50\text{ns}$)	19dB	

对于脉宽较窄的系统,时变增益控制的效果明显提高,使信号幅度变化趋于平滑,有利于强信号的线性控制。该激光引信接收系统使信号的前沿变得相对稳定,提高了测距精度。

[0046] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

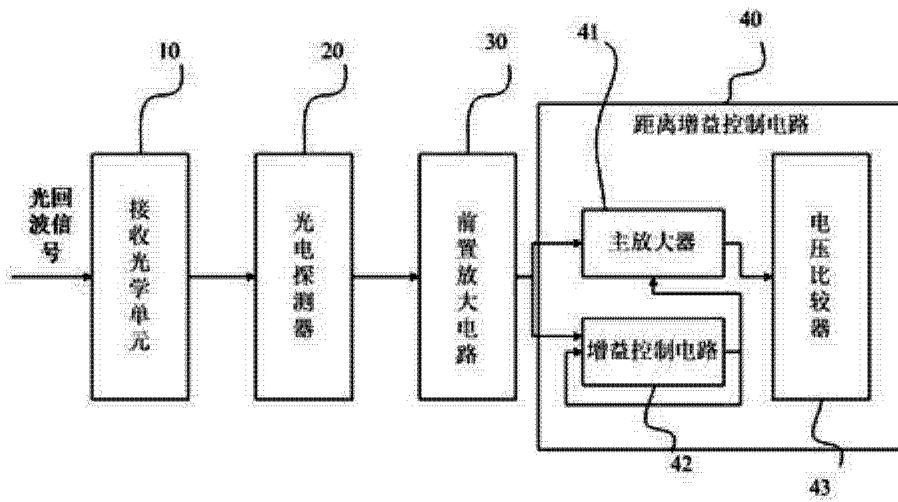


图 1

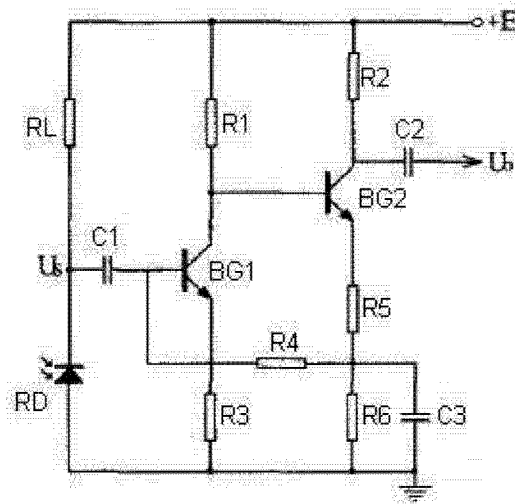


图 2

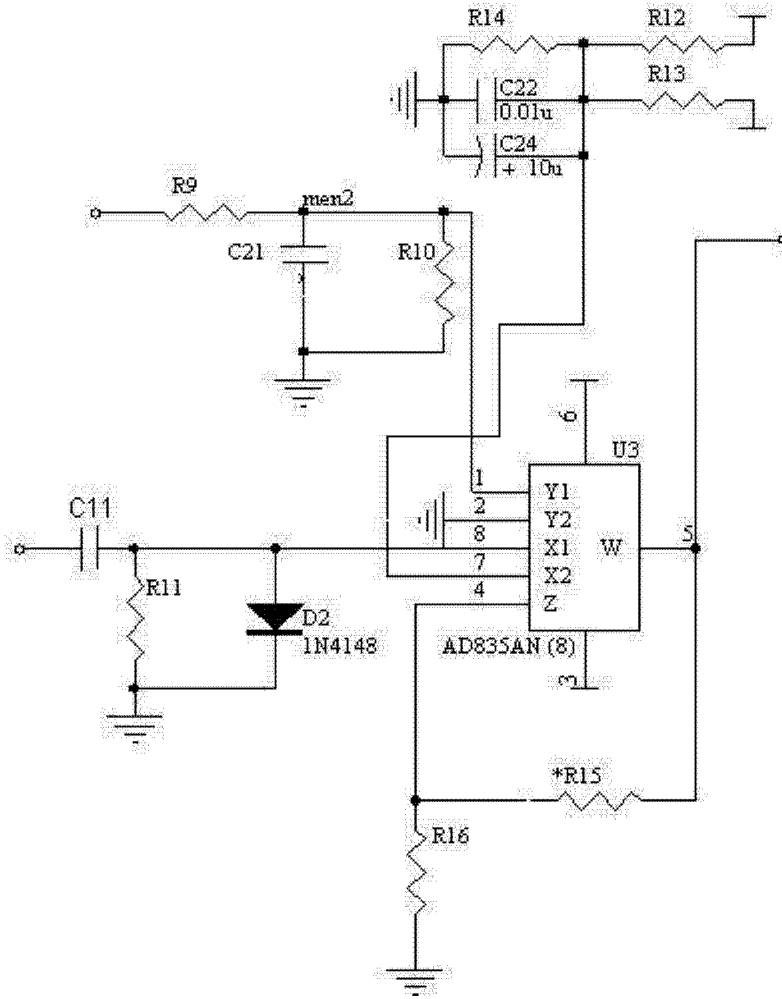


图 3

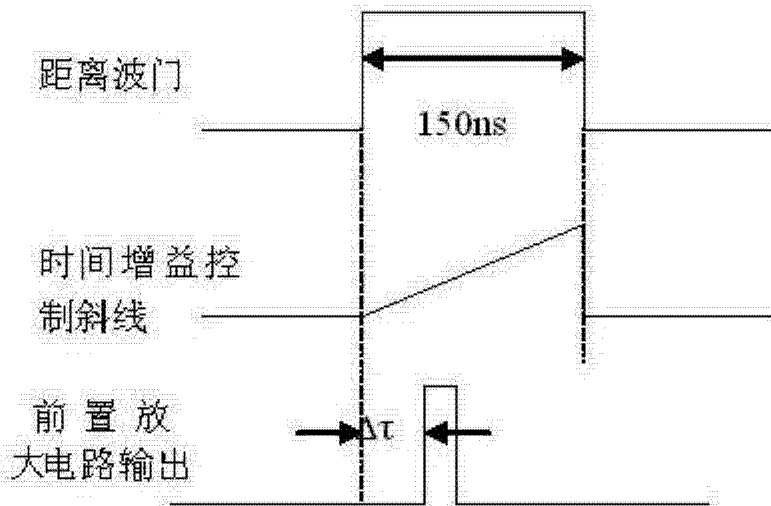


图 4