(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102097253 A
(43)申请公布日 2011.06.15

(21)申请号 200910211986.6

(22)申请日 2009.12.10

(71)申请人 西门子公司
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 包章尧 熊焘 熊厚钰 柴爱军

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 李慧

(51)Int.Cl.
H01H 47/00(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54)发明名称

控制电路

(57)摘要

本发明提供了一种控制电路，包括一信号控制源、电容充放电回路、执行元件，以及连接电容充放电回路的功能电路，其中，所述信号控制源为所述电容充放电回路提供电流，所述电容充放电回路用于根据所述功能电路的控制来对所述执行元件进行充放电。通过本发明实施例提供的控制电路，可以通过简单少量的分立元件组成的硬件电路，实现对单线圈双稳态（磁保持型）继电器之类的执行元件的驱动控制，比如对其进行驱动，或者在电压过零时关断继电器的电路。

CN 102097253 A

1. 一种控制电路，其特征在于，包括一信号控制源、电容充放电回路、执行元件，以及连接电容充放电回路的功能电路，其中，所述信号控制源为所述电容充放电回路提供电流，所述电容充放电回路用于根据所述功能电路的控制来对所述执行元件进行供电。

2. 如权利要求 1 所述的电路，其特征在于，所述电容充放电回路包括电容、第一二极管、第一 NPN 三极管和给所述三极管基极提供电流的基极偏置电阻，其中，所述执行元件的正极连接所述电容的负极，所述执行元件的负极连接所述三极管的发射极，所述三极管的集电极连接所述电容正极，在所述三极管的基极与电容之间串接所述基极偏置电阻，所述第一二极管的阳极连接所述执行元件的负极，阴极连接所述三极管基极。

3. 如权利要求 2 所述的电路，其特征在于，所述功能电路为泵压电路，包括第一可控硅和第一稳压二极管，其中，所述第一可控硅的阴极连接地线，所述第一可控硅的控制极连接第一稳压二极管的阳极，第一稳压二极管的阴极连接所述信号控制源和电容阳极，所述第一可控硅的阳极连接第一二极管的阴极。

4. 如权利要求 3 所述的电路，其特征在于，在所述第一稳压二极管与所述信号控制源之间串接一限流电阻，和 / 或，在所述第一稳压二极管与所述第一可控硅的阴极之间串接一抗干扰电阻。

5. 如权利要求 2 所述的电路，其特征在于，所述功能电路为电压过零电路，包括光电耦合器和开关电路，当光电耦合器输入端没有过零信号输入时，不会触发开关电路导通；当光电耦合器输入端有过零信号输入时，触发开关电路导通，开关电路与电容充放电回路和所述执行元件组成放电回路。

6. 如权利要求 5 所述的电路，其特征在于，所述开关电路包括第二 NPN 三极管 (Q22)、第三 NPN 三极管 (Q23) 和第二可控硅 (SCR2)，其中第三 NPN 三极管 (Q23) 的集电极与第二 NPN 三极管 (Q22) 的基极连接，二者发射极连接在一起与第二可控硅 (SCR2) 的阳极相连，第二 NPN 三极管 (Q22) 的集电极与第二可控硅 (SCR2) 的控制极连接，第二可控硅 (SCR2) 的阴极连接所述继电器的线圈负极 (b)。

7. 如权利要求 6 所述的电路，其特征在于，在第二可控硅 (SCR2) 的阳极和阴极之间反并联第二二极管 (D22)。

8. 如权利要求 6 所述的电路，其特征在于，

在光耦输出三极管的集电极与所述电容正极之间串接一电阻 (R25)；

第三 NPN 三极管 (Q23) 基极与所述电容正极之间串接一电阻 (R24)，第三 NPN 三极管 (Q23) 的基极还连接光电耦合器 (U1) 的输出端 (16)，第三 NPN 三极管 (Q23) 发射极连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极，第三 NPN 三极管 (Q23) 集电极通过电阻 (R24) 连接电容正极；

第二 NPN 三极管 (Q22) 的基极连接所述第三 NPN 三极管 (Q23) 集电极，第二 NPN 三极管 (Q22) 发射极连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极，第二 NPN 三极管 (Q22) 集电极连接第二可控硅 (SCR2) 的控制极，并与所述电容正极之间串接一电阻 (R23)。

9. 如权利要求 8 所述的电路，其特征在于，

在第二 NPN 三极管 (Q22) 集电极与发射极之间并联接入一电阻 (R22)。

10. 如权利要求 6 所述的电路，其特征在于，所述光电耦合器 (U1) 的输入端 (1) 通过一个限流电阻 (R26) 连接所述执行元件的火线，另外一个输入端 (2) 则连接中性线，在两个输入端之间反并联两个二极管，光电耦合器 (U1) 的一个输出端 (16) 为光敏三极管的集电极，

连接第三 NPN 三极管 (Q23) 的基极，另一个输出端 (15) 为光敏三极管的发射极，连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极。

控制电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电学领域，尤其涉及一种控制电路。

背景技术

[0002] 目前市场上用的继电器大多数是单稳态，单稳态继电器的线圈被激励时触点动作，线圈去掉激励后，触点回复原来的状态，而双稳态（磁保持型）继电器有单线圈和双线圈两种，当线圈被激励时触点动作，线圈去掉激励后，触点还保持该状态，要使触点回复原来状态，需要给单线圈型的线圈施加反向激励，或给双线圈型的复归线圈施加激励。双稳态（磁保持型）继电器因线圈去掉激励后还能保持该状态而不需要另外提供维持能量，使用此类继电器功耗低使用寿命长，有效的节能。因此，从环保和节能的角度看，选用双稳态（磁保持型）继电器的控制方式是将来的发展趋势。

[0003] 使用双稳态（磁保持型）继电器节能，但双稳态（磁保持型）继电器的控制要比普通继电器的控制要复杂。双稳态（磁保持型）继电器的驱动线圈有正极和负极，默认情况下，给双稳态（磁保持型）继电器的正极对负极加一个一定宽度的正脉冲，双稳态（磁保持型）继电器的状态就会由断开状态改变到闭合状态，给双稳态（磁保持型）继电器的正极对负极加一个一定宽度的负脉冲，双稳态（磁保持型）继电器的状态就会由闭合状态改变到断开状态（如果原来就是断开闭合的状态则不改变状态）。不同的双稳态（磁保持型）继电器需要的脉冲宽度和脉冲幅值可以从不同的继电器生产厂家的技术手册上查到。

[0004] 在现有技术中，通常采用 MCU 输出脉冲信号或者通过复杂的分立元件组成类似双稳态（磁保持型）电路实现对双稳态（磁保持型）继电器的驱动，这样的电路比较复杂并且成本较高。如图 1 所示的现有技术中，通过单片机编程指令输出一定宽度和幅度的正或者负脉冲信号来驱动单线圈双稳态（磁保持型）继电器，但是由于采用了单片机来进行控制，电路成本比较高。

[0005] 为了减少对开关的干扰和对设备的冲击，保护继电器的触点，通常在过零时关断继电器。在使用双稳态（磁保持型）继电器电路也经常利用过零信号在过零时关断继电器

[0006] 现有技术中通常通过变压器隔离或者光电耦合器隔离的方法来实现过零，利用单片机读取过零信号，控制输出相关的指令实现开关电路或者频率检测等，如图 2 所示，利用变压器作隔离，通过单片机来检测三极管的跳变电压后输出指令，来控制器件在过零点附近工作。但是由于采用了单片机和变压器，实现的过程比较复杂，成本也比较高。

[0007] 所以，现有技术中很少有能以较低的成本来实现对双稳态（磁保持型）继电器进行过零控制的方案。

发明内容

[0008] 本发明旨在提供一种控制电路，可以用于驱动或者在电压过零时控制执行元件。

[0009] 为实现上述目的，本发明提出了一种控制电路，包括一信号控制源、电容充放电回路、执行元件，以及连接电容充放电回路的功能电路，其中，所述信号控制源为所述电容充

放电回路提供电流，所述电容充放电回路用于根据所述功能电路的控制来对所述执行元件进行供电。

[0010] 优选地，所述电容充放电回路包括电容、第一二极管、第一 NPN 三极管和给所述三极管基极提供电流的基极偏置电阻，其中，所述执行元件的正极连接所述电容的负极，所述执行元件的负极连接所述三极管的发射极，所述三极管的集电极连接所述电容正极，在所述三极管的基极与电容之间串接所述基极偏置电阻，所述第一二极管的阳极连接所述执行元件的负极，阴极连接所述三极管基极。

[0011] 优选地，所述功能电路为泵压电路，包括第一可控硅和第一稳压二极管，其中，所述第一可控硅的阴极连接地线，所述第一可控硅的控制极连接第一稳压二极管的阳极，第一稳压二极管的阴极连接所述信号控制源和电容阳极，所述第一可控硅的阳极连接第一二极管的阴极。

[0012] 优选地，在所述第一稳压二极管与所述信号控制源之间串接一限流电阻，和 / 或，在所述第一稳压二极管与所述第一可控硅的阴极之间串接一抗干扰电阻。

[0013] 优选地，所述功能电路为电压过零电路，包括光电耦合器和开关电路，当光电耦合器输入端没有过零信号输入时，不会触发开关电路导通；当光电耦合器输入端有过零信号输入时，触发开关电路导通，开关电路与电容充放电回路和所述执行元件组成放电回路。

[0014] 优选地，所述开关电路包括第二 NPN 三极管 (Q22)、第三 NPN 三极管 (Q23) 和第二可控硅 (SCR2)，其中第三 NPN 三极管 (Q23) 的集电极与第二 NPN 三极管 (Q22) 的基极连接，二者发射极连接在一起与第二可控硅 (SCR2) 的阳极相连，第二 NPN 三极管 (Q22) 的集电极与第二可控硅 (SCR2) 的控制极连接，第二可控硅 (SCR2) 的阴极连接所述继电器的线圈负极 (b)。

[0015] 优选地，在第二可控硅 (SCR2) 的阳极和阴极之间反并联第二二极管 (D22)。

[0016] 优选地，在光耦输出三极管的集电极与所述电容正极之间串接一电阻 (R25)；

[0017] 第三 NPN 三极管 (Q23) 基极与所述电容正极之间串接一电阻 (R24)，第三 NPN 三极管 (Q23) 的基极还连接光电耦合器 (U1) 的输出端 (16)，第三 NPN 三极管 (Q23) 发射极连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极，第三 NPN 三极管 (Q23) 集电极通过电阻 (R24) 连接电容正极；

[0018] 第二 NPN 三极管 (Q22) 的基极连接所述第三 NPN 三极管 (Q23) 集电极，第二 NPN 三极管 (Q22) 发射极连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极，第二 NPN 三极管 (Q22) 集电极连接第二可控硅 (SCR2) 的控制极，并与所述电容正极之间串接一电阻 (R23)。

[0019] 优选地，在第二 NPN 三极管 (Q22) 集电极与发射极之间并联接入一电阻 (R22)。

[0020] 优选地，(U1) 的输入端 (1) 通过一个限流电阻 (R26) 连接所述执行元件的火线，另外一个输入端 (2) 则连接中性线，在两个输入端之间反并联两个二极管，光电耦合器 (U1) 的一个输出端 (16) 为光敏三极管的集电极，连接第三 NPN 三极管 (Q23) 的基极，另一个输出端 (15) 为光敏三极管的发射极，连接第二可控硅 (SCR2) 的阳极。

[0021] 通过本发明实施例提供的控制电路，可以通过简单的分立元件组成的硬件电路，实现对驱动单线圈双稳态（磁保持型）继电器之类的执行元件的控制，比如对其进行驱动，或者在电压过零时关断继电器的电路。

附图说明

[0022] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释，并不限定本发明的范围。其中，

[0023] 图 1 是现有技术中的一种驱动单线圈双稳态（磁保持型）继电器电路图；

[0024] 图 2 是现有技术中的一种过零检测电路图；

[0025] 图 3 是本发明实施例中的一种控制电路框图；

[0026] 图 3A 是本发明的一种控制电路的实施例框图；

[0027] 图 3B 是本发明的一种控制电路的实施例框图；

[0028] 图 3C 是本发明的一种控制电路的实施例框图；

[0029] 图 4 是图 3A 所示的一种控制电路实施例的电路图；

[0030] 图 5 是图 3B 所示的一种控制电路实施例的电路图；

[0031] 图 6 是图 3C 所示的一种控制电路实施例的电路图。

具体实施方式

[0032] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图说明本发明的具体实施方式。

[0033] 如图 3 所示，本发明提供了一种控制电路，可以用来控制诸如单线圈双稳态（磁保持型）继电器这样的执行元件的动作，包括一信号控制源、电容充放电回路、功能电路和执行元件，其中，电容充放电回路可以在功能电路的控制下，根据信号控制源提供的电流而对执行元件进行供电。

[0034] 其中，信号控制源用来提供电流信号，电流信号可为直流，也可为交流信号，如果为交流信号，则在信号控制源后串接一个二极管，相应地也会有直流电流信号输出。当有信号控制源输出的电流信号时，电流给电容充放电回路中的电容进行充电，充电电流就可以用来给执行元件（比如继电器的线圈）供电，从而控制执行元件的动作。

[0035] 功能电路用来控制电容充放电回路的开关，比如图 3A 中，功能电路为泵压电路，在图 3B 中为电压过零关断电路，还可以如图 3C，将两种功能电路都配置在电路中。电容充放电回路用来在收到功能电路的控制信号时进行相应的充放电，而电容则作为一个储能元件，在有信号控制源输出的电流信号时，电流给电容充电，利用充电电流给执行元件（比如继电器的线圈）供电，电容通过执行元件等组成的放电电路进行放电。

[0036] 电容充放电回路包括电容、二极管、NPN 三极管和给三极管基极提供电流的基极偏置电阻，其中，执行元件（比如继电器线圈）正极连接电容的负极，执行元件（比如继电器线圈）负极连接三极管的发射极，三极管的集电极连接电容正极，在基极与电容之间串接一个基极偏置电阻，二极管的阳极连接执行元件的负极，二极管的阴极连接功能电路。当电容充放电回路得到功能电路的信号时，便与执行元件（比如继电器线圈）等组成充放电回路，继而电容可以通过充放电回路实现充电和放电，产生一定幅度的脉冲信号驱动执行元件，比如使得继电器吸合和断开。

[0037] 功能电路可以有多种，以此来实现不同的控制功能，使得电容充放电回路可以根据不同的控制而进行充电或者放电。

[0038] 该功能电路可以为泵压电路，如图 3A 所示，泵压电路是根据信号控制源的电压信号控制输出一定幅度的电压脉冲信号，通过电容充放电回路相应的输出正负脉冲，以此来控制执行元件的不同的动作，比如控制单线圈双稳态（磁保持型）继电器的吸合和断开。

[0039] 具体而言，泵压电路可以包括一个可控硅和稳压二极管。其中，可控硅的阴极连接

地线，可控硅的控制极连接稳压二极管的阳极，稳压二极管的阴极连接信号控制源，还可以在稳压二极管与信号控制源之间接入一个限流电阻，在稳压二极管与可控硅的阴极之间接入一个抗干扰电阻。

[0040] 利用稳压二极管在特定电压时会被击穿的特性，当信号控制源的电压大于稳压二极管的阈值时，反向击穿导通，泵压电路起作用控制电容充放电回路，实现对电容的充放电。

[0041] 根据该实施例，可以有效地利用泵压电路确保一定幅度的电压脉冲信号，从而利用电容的充放电原理产生电压脉冲信号，以驱动执行元件。

[0042] 如图 4 所示的电路图中，通过电容充放电回路 30 来控制单线圈双稳态（磁保持型）继电器的吸合和断开。

[0043] 电容充放电回路 30 包括电容 C、NPN 三极管 Q1 和给三极管 Q1 基极提供电流的基极偏置电阻 R3，其中，继电器 10 线圈正极 a 连接电容 C 的负极，线圈负极 b 连接三极管 Q1 的发射极，三极管 Q1 的集电极连接电容 C 正极，在 Q1 基极与电容 C 之间串接一个基极偏置电阻 R3。

[0044] 功能电路则为泵压电路 20A，可以包括一个二极管 D2、可控硅 SCR1 和稳压二极管 DZ1，其中，二极管 D2 的阳极连接继电器 10 线圈的负极 b，二极管 D2 的阴极连接可控硅 SCR1 的阳极，可控硅 SCR1 的阴极连接地线 GND，可控硅 SCR1 的控制极连接稳压二极管 DZ1 的阳极，稳压二极管 DZ1 的阴极连接信号控制源 DC signal，还可以在稳压二极管 DZ1 与信号控制源 DC signal 之间接入一个限流电阻 R1，在稳压二极管 DZ1 与可控硅 SCR1 的阴极之间接入一个抗干扰电阻 R2。

[0045] 当输入电压信号 DC signal 小于稳压二极管 DZ1 的阈值 U_{DZ} 时，可控硅 SCR1 没有触发导通信号，SCR1 不会导通，相应在该电路中无法形成充电回路，双稳态（磁保持型）继电器 10 不动作。

[0046] 当输入电压信号 DC signal 大于稳压二极管 DZ1 的阈值 U_{DZ} 时，可控硅 SCR1 导通，电流经电容 C、继电器 10 的线圈、二极管 D2 和可控硅 SCR1 组成充电回路，由于充电时的脉冲电压，给双稳态（磁保持型）继电器 10 的正极对负极加上了一个一定宽度的正脉冲，双稳态（磁保持型）继电器 10 便会闭合。当输入电压信号保持大于 U_{DZ} 时，继电器 10 会持续保持闭合状态。

[0047] 当此后输入电压信号 DC signal 降低，以至于小于稳压二极管 DZ1 的阈值 U_{DZ} 甚至消失时，三极管 Q1 会经电阻 R3 导通，此时，电容 C、三极管 Q1 和双稳态（磁保持型）继电器 10 的线圈组成放电回路，电容 C 放电，给双稳态（磁保持型）继电器 10 的正极对负极加上了一个一定宽度的负脉冲，双稳态（磁保持型）继电器 10 由闭合状态变为断开状态。

[0048] 可以看出，本发明实施例仅以一个简单的泵压电路，利用简单的电容充放电路实现对执行元件的驱动，尤其可以用来实现对单线圈双稳态（磁保持型）继电器的驱动，电路简单方便，成本也较之使用单片机低廉。

[0049] 另外，如图 3B 所示，该功能电路还可以是电压过零关断电路，包括光电耦合器和开关电路，当光电耦合器输入端没有过零信号输入时，不会触发开关电路导通，相应地，开关电路也就无法与执行元件和电容充放电回路组成放电回路，电容不放电；当光电耦合器输入端有过零信号输入时，触发开关电路导通，开关电路与执行元件和电容充放电回路组

成放电回路，电容放电。

[0050] 如图 5 所示，利用功能电路来控制电容充放电回路，以实现在电压过零时关断双稳态（磁保持型）继电器。

[0051] 电压过零关断电路 20B 的开关电路包括两个 NPN 三极管 (Q23，Q22) 和一个可控硅 SCR2，其中 Q23 的集电极与 Q22 的基极连接，二者发射极连接在一起与可控硅 SCR2 的阳极相连，Q22 的集电极与可控硅 SCR2 的控制极连接，可控硅 SCR2 的阴极连接双稳态（磁保持型）继电器 10 的线圈负极 b，其中，还可以在可控硅 SCR2 的阳极和阴极之间反并联一个二极管 D22，用来和电容 C、双稳态（磁保持型）继电器 10、二极管 D3、可控硅 SCR31 组成充电回路，利用信号控制源提供的电流信号进行充电，利用可控硅在阳极电位高于阴极电位，并且控制极有足够的正向电压和电流时导通的原理，和电容 C、三极管 Q21、双稳态（磁保持型）继电器 10 组成放电回路，以便在电压过零时关断继电器。当然，可控硅 SCR31 与反并联连接的二极管 D22 还可以由逆导晶闸管 (RCT) 予以代替。

[0052] 在三极管 Q23 集电极与电容正极之间串接一个偏置电阻 R24，确保三极管 Q23 正常工作，Q23 的基极还连接光电耦合器 U1 的输出端 16，其发射极连接可控硅 SCR2 的阳极。在 Q22 的集电极与电容正极之间串接一个偏置电阻 R23，确保三极管 Q22 的正常工作，其发射极连接可控硅 SCR2 的阳极，其集电极连接可控硅 SCR2 的控制极，基极连接 Q23 的集电极，优选地，还可以在集电极与发射极之间并联接入一个抗干扰电阻 R22。

[0053] 光电耦合器 U1 的输入端 1 可以通过一个限流电阻 R26 连接双稳态（磁保持型）继电器 10 的火线 1(L)，另外一个输入端 2 则连接中性线 N，光耦的输入端 1 和输入端 2 内部之间是反并联的两个二极管，这样保证无论正负半周出现电压过零信号时光电耦合器 U1 的三极管不导通无输出信号。光电耦合器 U1 的输出端 16 为光敏三极管的集电极，连接 Q23 的基极，并通过在电容正极之间串接一个偏置电阻 R25，确保其工作正常，另一个输出端 15 为光敏三极管的发射极，连接可控硅 SCR2 的阳极。

[0054] 电容充放电回路 30 包括电容 C、NPN 三极管 Q21 和给三极管 Q21 基极提供电流的基极偏置电阻 R21，其中，继电器 10 线圈正极 a 连接电容 C 的负极，线圈负极 b 连接三极管 Q1 的发射极，三极管 Q1 的集电极连接电容 C 正极，在 Q1 基极与电容 C 之间串接一个基极偏置电阻 R3。

[0055] 在如图 5 所示的电路中，当光电耦合器 U1 的输入端没有过零信号输入时，光电耦合器 U1 的接收管导通，三极管 Q23 截止，而三极管 Q22 导通，由于 Q22 的集电极为低电平，可控硅 SCR2 的控制极没有触发信号截止，所以电容 C 上存储的电能无法通过双稳态（磁保持型）继电器 10 的线圈形成放电回路，双稳态（磁保持型）继电器 10 不动作，保持原来的状态不变。

[0056] 当光电耦合器 U1 的输入端有过零信号输入时，光电耦合器 U1 的接收管截止，三极管 Q23 导通，而三极管 Q22 截止，由于三极管 Q22 截止时集电极为高电平，可控硅 SCR2 的控制极得到触发信号，所以电容 C 上存储的电能可以通过三极管 Q21、可控硅 SCR2 和双稳态（磁保持型）继电器 10 的线圈形成放电回路，从而实现在过零时关断继电器的目的。

[0057] 可以看出，本发明实施例并没有使用单片机来控制，仅仅是通过少许的硬件组成了简单的电子线路，即可较为准确地实现在电压过零时对执行元件的控制，尤其可以关断双稳态（磁保持型）继电器的触点，扩大了双稳态（磁保持型）继电器的额定负载容量，延

长了负载的使用寿命，电路较为简单，成本也相应地比较低廉。

[0058] 另外，如图 3C 和图 6 所示，还可以将两个功能电路（泵压电路 21 和电压过零关断电路 22）与电容充放电回路 30 连接在一起，组成一种同时可以满足驱动诸如单线圈双稳态（磁保持型）继电器之类的执行元件，并在电压过零时关断双稳态（磁保持型）继电器的电路。

[0059] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式，并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员，在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合，均应属于本发明保护的范围。

DE1a-L-4.5V/ADE116
10A 250V~
2
1(L)
N
2 Pin
3 Pin
5 Pin
6 Pin
817C
VDD
GND
L01B
4 Pin
GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN
GP4/T1G/OSC2/CLKOUT
GP3/MCLR/VPP
GP2/T0CKI/INT/COUT
GP1/CIN-/ICSPCLK
GP0/CIN+/ICSPDAT
VSS
PIC12F629-I/P

图 1

1
T101
10
交流
220v
50Hz
5
6
+5V
R
R
R
R
单片机

图 2

控制信号源
电容充放电
回路
执行元件
功能电路

图 3

控制信号源
电容充放电回路
执行元件
泵压电路

图 3A

控制信号源
电容充放电回路
执行元件
电压过零关断电路

图 3B

泵压电路
控制信号源
电容充放电回路
执行元件
电压过零关断电路

图 3C

图 4

10
1(N)
1(L)
a(+)
b(-)
N
R26
U1A
U1
1
2
16
15
20B
R25
R24
R23
Q23
Q22
R22
SCR2
D22
b(-)
a(+)
C
Q21
R21
D21
30
直流脉冲信号
GND

图 5

10
1(N)
1(L)
a(+)
b(-)
N
R36
U31
1
2
16
15
R35
R34
Q33
Q32
R33B
R32B
SCR32
D32
22
b(-)
a(+)
C
Q31
R33A
D33
30
SCR31
21
R31
DZ31
R32A
DC signal
GND

图 6