



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804357. X

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100361378C

[22] 申请日 2002.1.30 [21] 申请号 02804357. X

[30] 优先权

[32] 2001. 1. 30 [33] EP [31] 01300816. 4

[86] 国际申请 PCT/NL2002/000069 2002. 1. 30

[87] 国际公布 WO2002/061929 英 2002. 8. 8

[85] 进入国家阶段日期 2003. 7. 30

[73] 专利权人 真太阳奥托诺姆持股公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 阿内·茹尔捷恩·奥西哥

约亨·韦尔瓦德特

[56] 参考文献

EP0685921 - A1 1995. 12. 6

US5659241 - A 1997. 8. 19

JP3 - 74169 - A 1991. 3. 28

US4445055 - A 1984. 4. 24

审查员 周 青

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 张 浩

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

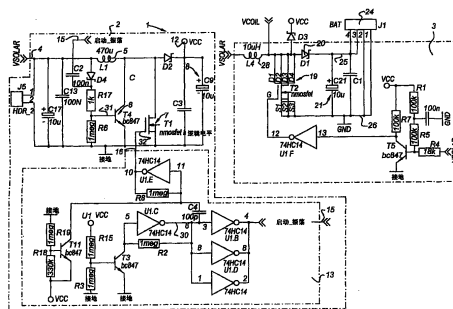
[54] 发明名称

电压转换电路

[57] 摘要

本发明涉及电压转换电路(2)，具有：连接到变化的电压或电流源的输入端(11)和具有电源电压的输出端(12)，具有连接到输入端的第一端和具有连接到电容性元件(8)一端和该输出端(12)的第二端的电感性元件(5)，该电容性元件(8)具有连接到参考电压(9)的另一端，具有连接到电感性元件(5)第二端的第一端和具有连接到参考电压(9)的第二端的第一开关(6)，该第一开关(6)包括在给栅极施加第一电平的控制电压时用于断开和闭合该开关的第一栅电极(31)，振荡器(13)，该振荡器包括连接到输出端(12)的功率输入端(14)、连接到第一开关(6)的栅电极(31)以给栅电极(31)输送脉冲状信号的启动输出端(15)和振荡器输出端(16)，以及与第一开关(6)并联连接的第二开关(7)，该第二开关具有连接到振荡器输出端(16)的栅电极(32)，其中在

输出端(12)上的电源电压达到预定的电平时第一开关(6)保持断开，而在高于第一电压电平的第二电平电压下通过振荡器输出端(16)运行第二开关(7)。



1. 一种电压转换电路 (2), 具有:

· 连接到变化的电压或电流源的输入端 (4) 和具有电源电压的输出端 (12),

· 具有连接到输入端的第一端和连接到电容性元件 (8) 一端和该输出端 (12) 的第二端的电感性元件 (5), 该电容性元件 (8) 具有连接到参考电压 (9) 的另一端,

· 具有连接到电感性元件 (5) 第二端的第一端和具有连接到参考电压 (9) 的第二端的第一开关 (6), 该第一开关 (6) 包括在给栅极施加第一电平的控制电压时用于断开和闭合该开关的第一栅电极 (31),

· 第一振荡器 (13), 该振荡器包括连接到输出端 (12) 的功率输入端 (14)、连接到第一开关 (6) 的第一栅电极 (31) 以给该第一栅电极 (31) 输送脉冲状信号的启动输出端 (15) 和振荡器输出端 (16), 以及

· 与第一开关 (6) 并联连接的第二开关 (7), 该第二开关具有连接到振荡器输出端 (16) 的第二栅电极 (32), 其中在输出端 (12) 上的电源电压达到预定的电平时第一开关 (6) 保持断开, 而在高于第一电压电平的第二电平电压下通过振荡器输出端 (16) 运行第二开关 (7); 其特征在于,

· 所述第一振荡器 (13) 包括低电压变换器端口, 该低电压变换器端口在所述功率输入端 (14) 接收低于 0.4V 的电压时为所述启动输出端 (15) 产生输出电压; 及该电压转换电路包括一箝位装置 (D3/D4), 该箝位装置 (D3/D4) 被配置成将在所述启动输出端 (15)

的所述脉冲状信号加至所述变化的电压或电流源，导致一增加的电压，该增加的电压被提供给该第一开关（6）的第一栅电极（31）。

2. 根据权利要求1所述的电压转换电路（2），其中第一开关（6）包括双极晶体管（ $T_4$ ），第二开关（7）包括场效应晶体管（ $T_1$ ）。

3. 根据权利要求1或2所述的电压转换电路（2），其中第一振荡器（13）的启动输出端（15）通过相应的电容性元件（ $C_2$ ）连接到第一栅电极（31）。

4. 一种电压转换单元（1），包括根据前述任一权利要求所述的电压转换电路（2），所述电压转换电路（2）充当第一电压转换级，所述电压转换单元（1）还包括第二转换级（3），所述第二转换级（3）具有另一个电感性元件（28），该电感性元件具有连接到变化的电压源的第一端和连接到累加器的第一端（25）的第二端，该累加器具有连接到参考电压（23）的第二端（26）；连接在另一个电感性元件（28）的第二端和参考电压（23）之间并具有连接到第二振荡器（17）的振荡器输出端（18）的栅电极（33）的第三开关（19），该第一电压转换级（2）的输出端（12）连接到第二转换级（3）的另一个电感性元件（28）的第二端和第二振荡器（17）的功率输入端（22）。

5. 根据权利要求4的电压转换单元（1），其中第三开关（19）包括具有多个漏极和多个源极的MOSFET。

6. 根据权利要求4或5的电压转换单元（1），其中另一个电感性元件（28）的第二端通过二极管（20）连接到累加器的第一端，该累加器的第一端通过电容性元件（21）连接到参考电压（23）。

## 电压转换电路

### 技术领域

本发明涉及一种能够连接到产生较小的和变化的输入电压的变化电压或电流源的电压转换电路，该电压转换电路自启动并产生增加的电源电压。

### 背景技术

US-A-5659241 公开了一种电压转换电路，包括

- 连接到变化的电压或电流源的输入端和具有电源电压的输出端，
- 具有连接到输入端的第一端和连接到电容性元件和该输出端的第二端电感性元件，该电容性元件具有连接到参考电压的一端，
- 具有连接到电感性元件的第二端的第一端和具有连接到参考电压的第二端的第一开关，该第一开关包括在给第一栅电极施加第一电平的控制电压时用于断开和闭合该开关的第一栅电极，
- 第一振荡器，该第一振荡器包括连接到输出端的功率输入端、连接到第一开关的第一栅电极以给栅电极输送脉冲状信号的启动输出端和振荡器输出端，以及
- 与第一开关并联连接的第二开关，该第二开关具有连接到振荡器输出端的第二栅电极，其中在输出端上的电源电压达到预定的电平时第一开关保持断开，而在高于第一电压电平的第二电平电压下通过振荡器输出运行第二开关。这种已知的电压转换电路是一种 DC-DC 升压转换器，将一低 DC 电压转换成高 DC 电压。所述低 DC 电压被指示为约 1.5V。所述高 DC 电压被指示为约 3—5V。所述第一开关，例如可以是双极晶体管，在输出电压尚未达到其高的结束电压时一开始即运行该 DC-DC 转换器。当输出电压达到预定极限时，该转换器由例如为 MOS 晶体管

的第二开关操作。在 JP-A-3074169 以及 EP-A-685921 中也可获知这种转换电路。

### 发明内容

本发明特别涉及一种 DC-DC 升压转换器，该 DC-DC 升压转换器特别是在由太阳能电池产生的较低的电压下运行并可用于将相对较小的电压（比如低于 1V 的电压，特别是低于 0.5V 的电压）转换为在 1-20V 之间的 DC 电压以用于对电池进行充电或运行电装置。

因此，本发明的一个目的是提供一种在较低的输入电压下运行的 DC-DC 升压转换器；该 DC-DC 升压转换器自启动并使用相对较少数量的部件。

本发明的进一步目的是提供一种升压转换器，在该升压转换器中使功率损耗最小同时具有紧凑的结构。

本发明的进一步目的是提供一种 DC-DC 升压转换器，该 DC-DC 升压转换器能够在太阳能电池的最大功率点上或其附近运行。

至此，根据本发明的电压转换电路包括如下特征：所述第一振荡器包括低电压变换器端口，该低电压变换器端口在所述功率输入端接收低于 0.4V 的电压时为启动输出端产生输出电压；一箝位二极管连接在电感性元件的第二端和第一栅电极之间。

变化的输入电压馈送给电感性元件，在振荡器的启动输出端的控制下通过断开第一开关将该电感性元件周期性地连接到参考电压。振荡器的电源输入端连接到电源电压端，在启动时该电源电压端接收非常小的电压。所得的启动输出电压相应地较小的（例如 0.2V 或更小）。在第一开关再次断开和闭合时，在电感性元件中产生上升电流，该电感性元件对电容性元件进行充电以使电源电压连续地增加。第一开关特别适合于在振荡器的启动输出端的较低的栅极控制电压下运行。在电源电压增加

时，振荡器的启动输出信号增加，结果使第一开关更好地运行，并将更多的功率从电感性元件输送到电容性元件，因此这种自放大效应导致了电源电压和振荡器启动输出信号增加。在电源电压达到预定的值时，第一开关停止（断开），并且第二开关在栅极控制电压下由第二振荡器输出运行，该栅极控制电压在第一开关的栅极控制电压之上。第二开关的操作导致了电源电压的进一步增加。第一开关例如可以由具有在参考电压之上的 0.6V 的栅极控制电压和在 100mA 的集电极电流  $I_c$  下的 600mV 的集电极-发射极电压  $V_{ce}$  的双极性 pnp-晶体管形成。第二开关由具有在 2V 的电源电压  $V_{ds}$  下和在 0.3-1.2A 的电流  $I_d$  下一一般在 1-2V 的范围中的栅极控制电压  $V_{gs}$ （栅极阈值电压）的低功率逻辑电平 MOSFET 形成。

通过使用根据本发明的两个开关，每个开关运行在不同的栅极控制电压电平下，可以实现自启动升压转换器。

一种箝位二极管连接在第一开关的栅电极上的电感性元件的第二端之间。在大约 0.4V 的变化的电源电压提供给输入端以及电源电压大约为 0.4V 时，通过由二极管形成的正箝位电路维持在第一开关的控制端上的 0.4V 偏置电压。因此，在第一开关由 pnp 双极晶体管形成的情况下，在使晶体管导通的栅极上需要仅仅 0.2V 的变化控制电压。在它的输入端通以 0.4V 的电源电压电平时从振荡器中获得 0.2V 的变化电压。

在进一步的实施例中，振荡器的输出通过相应的电容性元件连接到栅极。通过电容性元件耦合，将来自振荡器的启动输出端的较小的直流控制电压加入到二极管箝位电路的 0.4V 的直流电平。

电压转换单元可以通过如下形成：将第二转换级连接到电压转换电路，第二转换级具有电感性元件，该电感性元件具有可连接到变化的电压源的第一端和连接到电元件（比如累加器）的第一端的第二端，该累

加器具有连接到参考电压的第二端；连接在电感性元件的第二端和参考电压之间并具有连接到第二振荡器的振荡器输出的栅电极的第三开关，该电压转换电路的输出端的电源电压连接到电感性元件的第二端和第二振荡器的电源输入端。第三开关可以由功率 MOSFET 形成，该功率 MOSFET 具有多个漏极和多个源极以进一步将 DC-电压从转换电路转换为在 3-15V 之间的电平。

根据本发明的电压转换电路可与作为动力源的太阳能电池、燃料电池或在它们的输出上具有相对较小的电流和电压的其它变化的电压或电流源结合使用。在使用太阳能电池作为电压电源时根据本发明的电压转换单元可以是牲畜饮水单元、乡村公路照明或在农村的电篱笆的一部分。与太阳能电池结合的其它的应用是数字广告牌、广告牌照明、街道照明或信息点。

此外，本发明的装置可用于沿公路的功率速度控制装置、路旁反射器或道路标志（猫眼）、紧急点等。

可替换的是，电压转换电路可用于海上作为在船上的发电机以用于船的照明以及作为导航装置或 GPS 系统。

通过仅需要非常小的电压输入的电压转换电路可以对移动电话、膝上型电脑、组织器以及其它的电器供电。

此外，通过本发明的电压转换电路还可以对如下设备进行供电：数字照相机、电池充电器、自行车照明灯、危险三角报警器、雪崩报警器、手电筒、电视、微波炉和其它的家用设备、花园照明、花园喷洒器和窗户的光调节装置（比如窗帘、天幕）等。

通过实质减小太阳能电池表面使本发明最有利于小型设备。

#### 附图说明

下文参考附图详细地解释根据本发明的电压转换单元的某些实施

例。在附图中：

附图 1 所示为根据本发明电压转换电路与连接到电装置的 DC-DC 升压转换器结合的组件示意图；

附图 2 所示为附图 1 的 DC-DC 变换器和电压转换电路的详细部件；

附图 3 所示为根据本发明的电压转换电路的变型实施例，其中第二开关由微处理器控制；

附图 4 所示为变换器  $U_{IC}$  和  $U_{IE}$  的输入和输出电压的示意图；

附图 5 所示为在启动的过程中变换器  $U_{IC}$  的输入电压；和

附图 6 所示为在启动的过程中变换器  $U_{IC}$  的输出电压。

#### 具体实施方式

附图 1 所示为电压转换单元 1，该电压转换单元 1 具有连接到第二转换级 3 的电压转换电路或低压转换级 2。低压转换级 2 包括输入端 4、电感性元件 5、第一和第二开关 6, 7 和电容性元件例如电容 8。开关 6 和 7 具有连接到电感性元件 5 的第一端和连接到参考电压线 9 的第二端。电容性元件 8 的第二端连接到二极管 11 的输出和电源电压端 12。电源电压端 12 连接到第一振荡器 13 的功率输入 14。振荡器 13 的启动输出 15 连接到开关 6 的栅电极 31，而振荡器输出 16 连接到开关 7 的栅电极 32。低压转换级 2 的电源电压端 12 连接到电感性元件 28 的第二端和第二转换级 3 的振荡器 17 的功率输入 22。振荡器 18 连接到开关 19 的栅电极 33。二极管 20 和电容性元件例如电容 21 都连接在电感性元件 15 和参考电压线 23 之间。电设备 24 连接在第二转换级 3 的输出端 25, 26 上。

在启动时，变化的低电压电源（比如太阳能电池）连接到电压转换单元 1 的输入端 4 和 27 时，开关 6, 7 闭合，电容性元件 8 充电，在电源电压端 12 和振荡器功率输入 14 上产生小电压。输入到第一振荡器 13



中的小功率导致在启动输出 15 上的脉冲形信号处于低栅极控制电压电平  $V_{c1}$  上，它可以是几十伏特，周期性地以例如 100kHz 的频率断开和闭合开关 6。这就通过开关 6 的周期性电流产生通过电感性元件 5 和充电电容器 8 并通过二极管 11 整流的上升电流，在电源电压端 12 以及最终的第一振荡器 13 的功率输入 14 上产生升高的电压。这种作用一直持续到在电源电压端 12 上电压电平到达预定的电平，在达到预定的电平之后停止（断开）低电压控制的开关 6 并由振荡器输出 16 中操作高电压控制的开关 7。第二开关 7 在控制电压电平  $V_{c2}$  下运行直到在电源电压端 12 上的电源电压例如为几伏特。电源电压输入到在电感性元件 28 的第二端上的第二转换级 3 和第二振荡器 17 的功率输入 22。在振荡器输出 18 上，产生操作开关 19 的栅电极 33 的脉冲控制信号。通过接通和切断开关 19，在电感性元件 28 中存储的能量传递给电容器 21 直到达到预定的电压电平。在这种预定的电平下，比如在 1.5V-12V 之间的电压电平，开关 19 断开以使电能量存储在电感性元件 28 中，以在开关 19 闭合时再次释放。

在升压电压转换单元 1 从其余状态下产生它自身的电源电压时，升压转换器自启动。

附图 2 详细地示出了根据本发明电压转换级 2 和第二转换级 3 的部件。应用下面字母符号：

$T_1$ : 低功率、逻辑电平 MOSFET;

$T_2$ : 开关 MOSFET; 功率 MOSFET;

$L_1$ : 具有高阻抗的开关线圈;

$L_4$ : 开关线圈;

$D_1, D_2$ : 整流二极管;

$C_9, C_{21}, C_1$ : 滤波可电控制的电容器（电解电容器);

$U_{1A}$ - $U_{1F}$ ;  $U_{1C}$ : Philips Electronics 生产的 74LV14 型的低压变换器栅极;

T: 开关双极晶体管;

$D_2$ ,  $D_4$ : 肖特基二极管;

$C_3$ : 相对较小的电容器。

第二转换级 3 根据公知的 DC-DC 电压转换器原理运行, 根据这种公知的原理在开关 MOSFET 19 断开时在线圈 28 的输入上较小波动的电压  $V_{solar}$  存储在线圈中。一旦开关 MOSFET 19 闭合, 能量从线圈 28 释放并通过整流器二极管 20 输送给滤波电容器 21, 使在输出端 25, 26 上产生升高的电压。为了自启动, 提供电压转换器电路或升压电路 2, 在该电路中振荡器 13 由 Philips 低电压变换器端口  $U_{1C}$  和  $U_{1E}$  类型的有源部件构成。变换器端口在启动时在低于 0.4V 的输入电压下能够产生它们的输出电压。

在低电源电压  $V_{cc}$  上, 晶体管  $T_3$  切断, 并通过振荡器 13 的启动输出 15 输送非常低的交流电压给耦合电容器  $C_2$  并从其中输送给晶体管  $T_4$  的基极 31。肖特基二极管  $D_4$  用作正箝位电路以使在基极 31 上的出现较小交流电压的偏移为 0.4V。太阳能电池电压大约为 0.4V。晶体管  $T_4$  将在大约 0.6V 的栅极电压下导通, 因此栅极电压仅需要为 0.2V 以使晶体管  $T_4$  导通。显然振荡器 13 的振荡变换器栅极  $U_{1C}$  可以输送足够的能量以使晶体管 T 导通。这就使晶体管  $T_4$  的集电极 c 处于周期性电流中。由于晶体管  $T_4$  与具有相对较高的感抗  $L_1$  的开关线圈和相对较小的电容器  $C_3$  耦合, 因此在集电极 c 中的周期性电流导致了在线圈 5 上的交流电压。这种交流电压通过肖特基二极管  $D_2$  整流并出现在电源电压端子 12 上并反馈回低电压变换器栅极  $U_{1C}$ - $U_{1F}$  的电源上。每次  $V_{cc}$  上升时, 在振荡器 13 的启动输出 15 上的电压电平升高, 由此能够更好地控制开关晶体管

$T_4$ 。晶体管  $T_4$  的适当的选通导致了在线圈 5 中存储更多的功率，增加了电源端子电压  $V_{cc}$  等。在振荡器  $U_{1C}$  的输出口 30 上，提供运行较低的电压变换器栅极  $U_{1E}$  的耦合电容器  $C_4$ 。振荡器  $U_{1E}$  的输出连接到 MOSFET  $T_1$  的低功率逻辑电平的控制栅极 32。耦合电容器  $C_4$  确保了  $T_1$  的 MOSFET 在开始或启动时与晶体管  $T_4$  同相开关。

在电源电压  $V_{cc}$  上升到逻辑电平 MOSFET  $T_1$  的阈值电平之上时，晶体管  $T_3$  进入导通，将振荡器  $U_{1C}$  的输入拉到地电位由此使第一晶体管  $T_4$  切断并使逻辑电平 MOSFET  $T_1$  运行。现在  $V_{cc}$  能够上升到例如 3V，其中直到 1.5-2.0V 的电压范围的最后的功率转换受第二变换级 3 的功率 MOSFET  $T_2$  的影响。在  $V_{cc}$  到达它的理想的结束电平时，变化的电源电平  $V_{solar}$  使晶体管  $T_5$  导通，由此将振荡器  $U_{1F}$  的输入拉到地电位并停止开关  $T_2$ 。

附图 3 所示为包括升压 DC-DC 变换器（有时称为：增压振荡换流器）的低压太阳能转换器的另一实施例。该升压转换器的主要部件为：

电感器/电感  $L_4$ ：半导体开关  $T_4$  和互补 N-沟道 MOSFET  $T_2$ ；二极管  $D_1$ （肖特基 ZHCS 750）和通过附加电容器  $C_{19}$  和  $C_{20}$  补偿低电阻的高电容  $elco$   $C_{23}$  的形式的电容器/电容。在电压太低以致不能运行 MOSFET 开关  $T_2$  时半导体开关  $T_4$  运行升压转换器。开关  $T_4$  由如在附图 3 中的点划线方框所示的振荡器电路运行。振荡器的输出连接到升压转换器的启动振荡连接器，在该升压转换器中肖特基  $D_3$ （ZHCS 750）将太阳能面板 425a 的输出电压加入到由振荡器产生的脉冲电压。所得的电压提供给  $T_4$  的基极。一旦提供给升压转换器的电压足够高到运行 MOSFET  $T_2$ ，则振荡器输出通过振荡器电路的半导体  $T_3$  接地。任何 MOSFET  $T_2$  由中央处理器 471 的“N-栅极”输出控制并从处理器 471 的“P-栅极”进一步控制 P-沟道 MOSFET  $T_1$  以从肖特基二极管  $D_1$  接管。处理器 471 的 P 和

N-栅极由软件驱动。在这种方式中已经实现了特别有利的升压转换器。半导体开关  $T_4$  和  $T_2$  的交替使用提供了针对每个较低的电压和更高的电压范围都具有最佳特性的混合升压转换器的寄存器 (register)。提供肖特基二极管  $D_3$  能够给较低的电压半导体开关  $T_4$  的基极提供尽可能高的电压。与二极管  $D_1$  并联设置的附加的 MOSFET 开关  $T_1$  可以消除通常在二极管比如  $D_1$  中产生的损失。

附图 4 所示为变换器端口  $U_{IC}$  和  $U_{IE}$  的输入和输出电压  $V_1$ ,  $V_0$ , 它们是变换施密特触发器变换器端口。通常, 在 1V 的电源电压  $V_{cc}$  上, 负阈值  $V_{T1}$  大约为 0.5V, 正阈值  $V_{T2}$  为更高的几十伏特。输出电压  $V_0$  限于电源电压  $V_{cc}$  的最大值。本发明人已经发现在低于制造商的技术规范下的电源电压  $V_{cc}$  下存在低于  $V_{T1}$  的变换器端口的区域, 在该区域上在较低的电源电压  $V_{cc}$  上输出信号中仍然存在滞后现象, 由此使通过将输出信号经电阻  $R_2$  反馈给输入可以实现振荡器。在 0.4V 的电源电压上, 在附图 5 中给出了在大约 300mV 的电平上、在大约 400kHz 的频率下在变换器栅极  $U_{IC}$  中的输入。

在附图 6 中, 在大约 400mV 的电平下以大约 20kHz 的频率给出在变换器栅极  $U_{IC}$  上的输出。令人惊讶的是, 在较低的输出电源电压  $V_{cc}$  上和低于根据技术规范负阈值  $T_{V1}$  下的较低的输入电平上, 仍然可以获得使用变换器栅极  $U_{IC}$  的振荡器以便通过使用所说的部件实现升压转换器的启动。

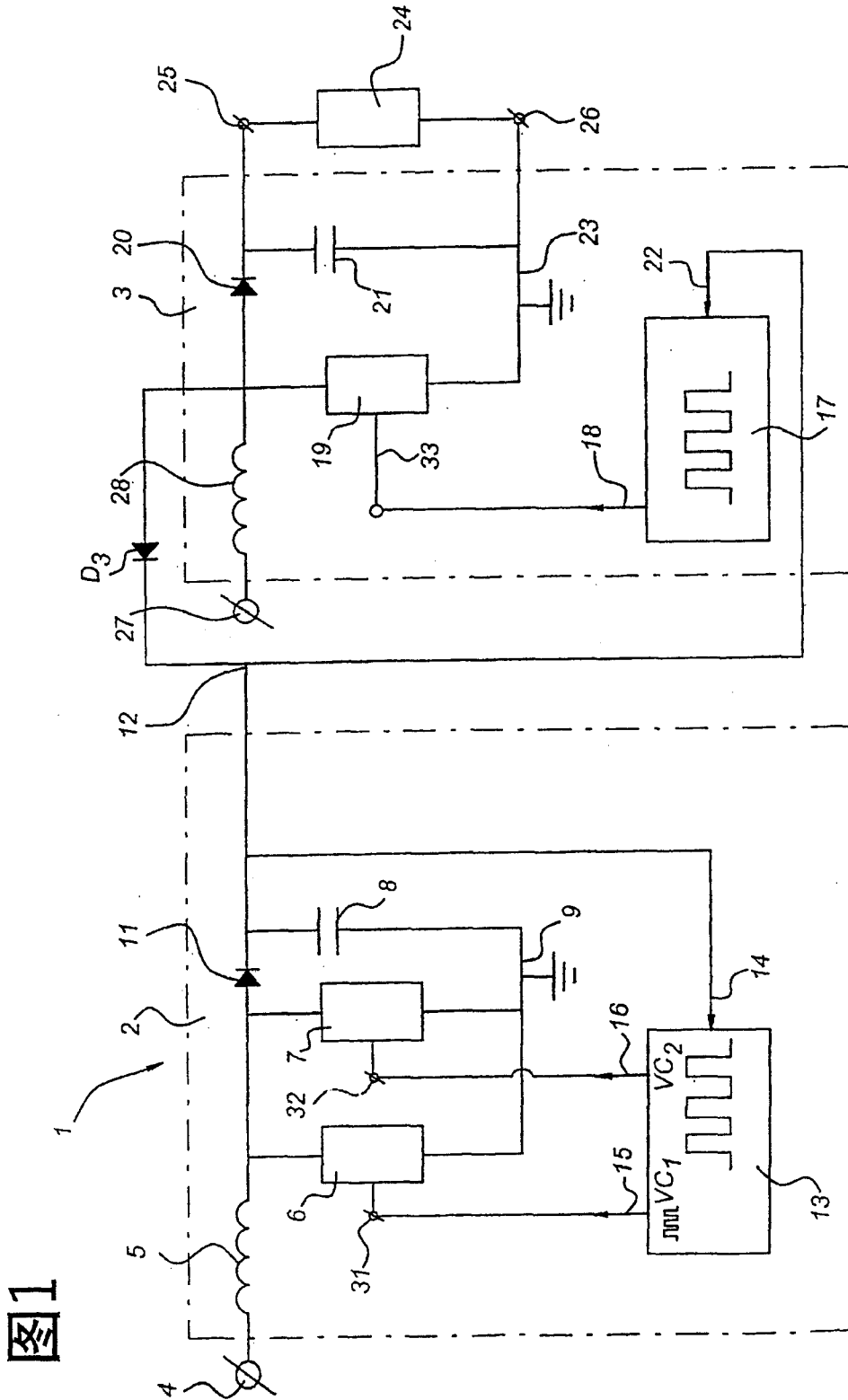
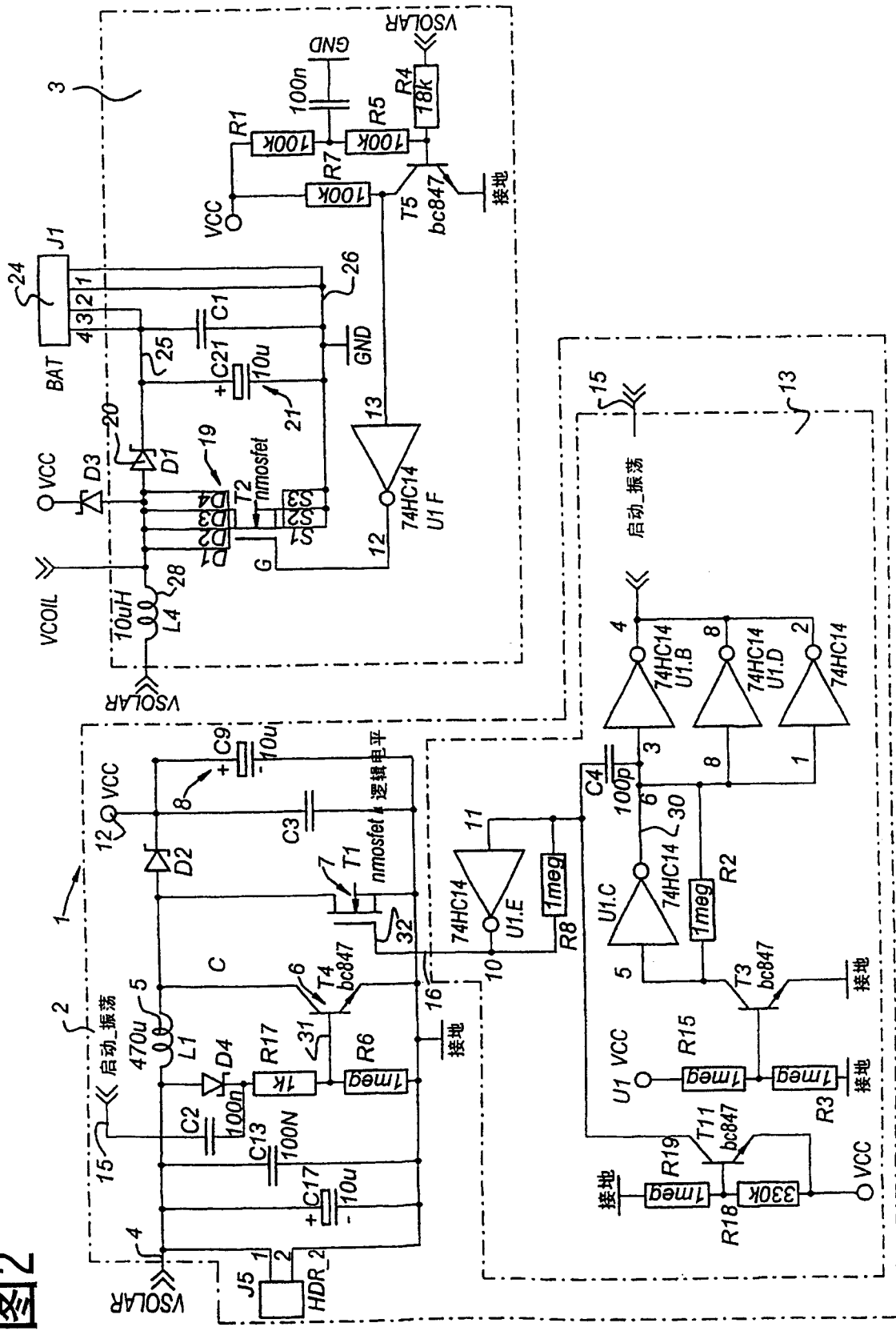


图2



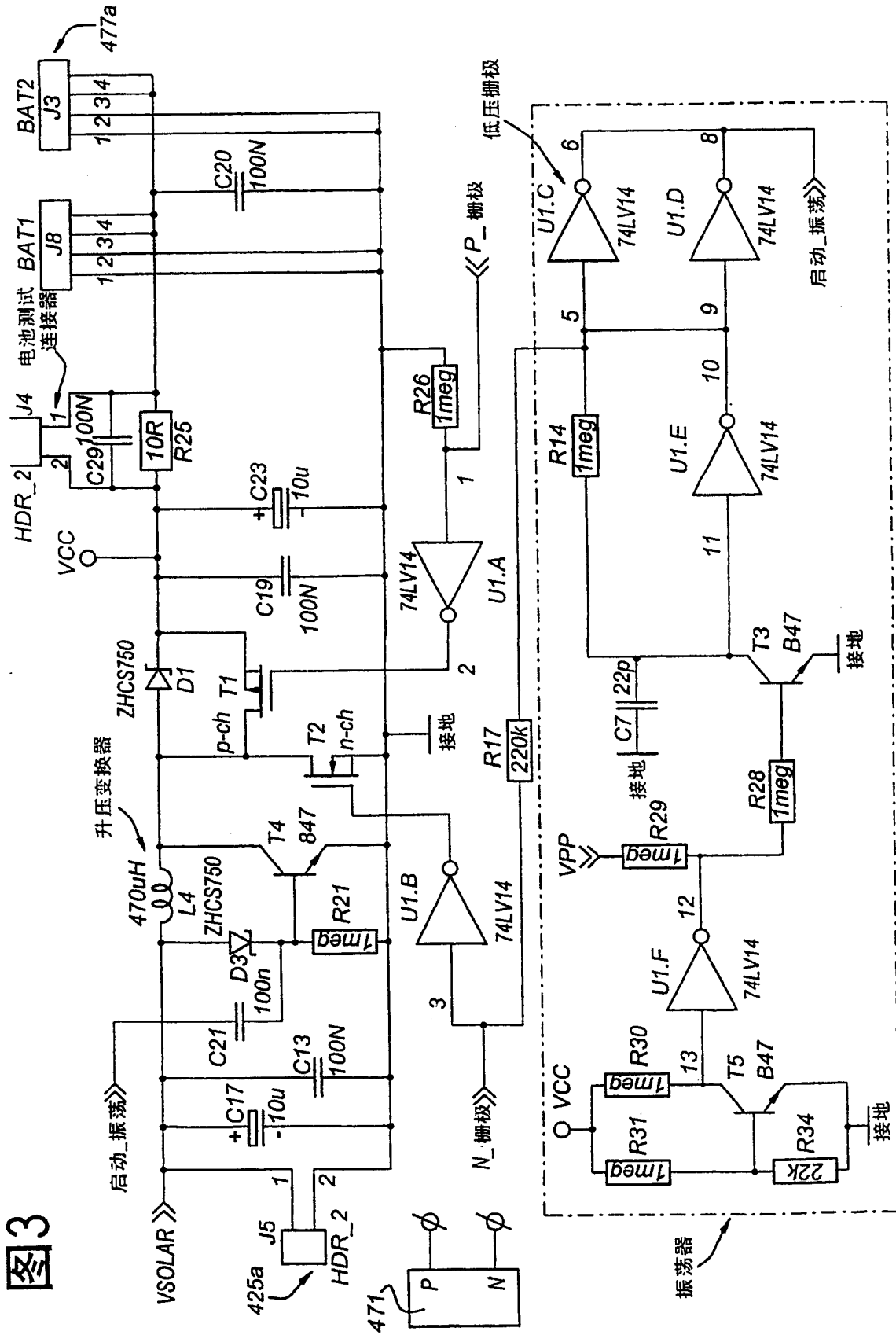


图3

图4

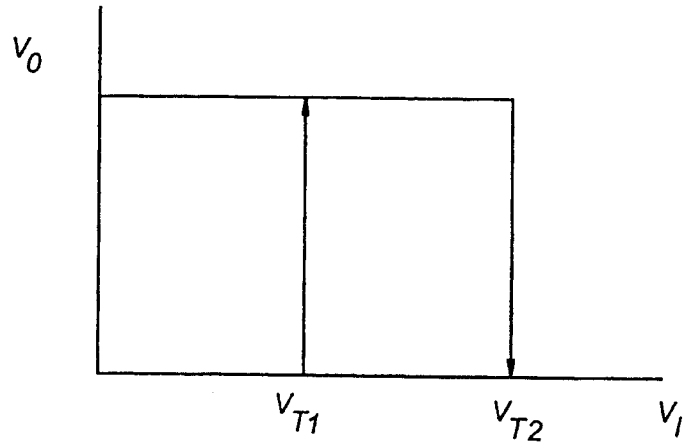


图5

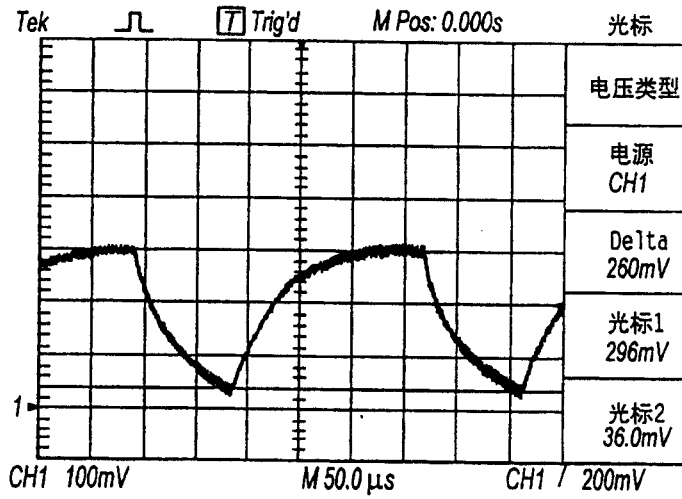


图6

