



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110165743 B

(45) 授权公告日 2024.02.23

(21) 申请号 201910491742.1

CN 1675627 A, 2005.09.28

(22) 申请日 2019.06.06

CN 202661559 U, 2013.01.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102694535 A, 2012.09.26

申请公布号 CN 110165743 A

JP 2000088907 A, 2000.03.31

(43) 申请公布日 2019.08.23

CN 105553025 A, 2016.05.04

(73) 专利权人 深圳市思远半导体有限公司

CN 105576766 A, 2016.05.11

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽街
道第五工业区外经工业厂房A栋502

CN 103728572 A, 2014.04.16

李晴平. 一种绿色模式开关电源控制芯片设计.《电子技术》.2017, 全文.

(72) 发明人 吴青龙

Young-Jae Jang. A low-power LDO

circuit with a fast load regulation.《

(74) 专利代理机构 深圳君信诚知识产权代理事

2016 IEEE Asia Pacific Conference on

务所(普通合伙) 44636

Circuits and Systems (APCCAS)》.2016, 全文.

专利代理师 薛吉林

李跃鹏; 雷霖; 高山山; 万瑞罡. 基于负载识

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

别的降压直流开关电源设计. 成都大学学报(自

然科学版). 2018, (01), 全文.

(56) 对比文件

审查员 刘国霄

CN 209948734 U, 2020.01.14

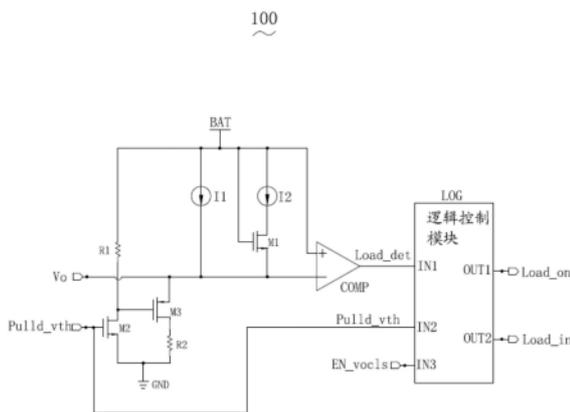
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

自动负载检测电路及自动负载检测方法

(57) 摘要

本发明提供了一种自动负载检测电路,应用于充放电电路系统,所述自动负载检测电路包括第一电阻、第二电阻、第一电流源、第二电流源、第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、比较器以及逻辑控制模块。本发明还提供了一种基于所述电平转换电路的自动负载检测方法。与相关技术相比,本发明的自动负载检测电路和自动负载检测方法可以快速检测,且电路面积较小、电路结构简单易于拓展。



1. 一种自动负载检测电路,应用于充放电电路系统,其特征在于,所述自动负载检测电路包括第一电阻、第二电阻、第一电流源、第二电流源、第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、比较器以及逻辑控制模块;

所述第一电阻的第一端、所述第一电流源的输入端、所述第二电流源的输入端、所述第一晶体管的栅极、所述比较器的正输入端均连接至偏置电源电压;

所述第一电阻的第二端分别连接至所述第二晶体管的漏极和所述第三晶体管的栅极;

所述第二电阻的第一端连接至接地,所述第二电阻的第二端连接至所述第三晶体管的漏极;

所述第一电流源的输出端分别连接至所述第一晶体管的源极、所述第三晶体管的源极以及所述比较器的负输入端,并作为负载电压信号输入端;

所述第二电流源的输出端连接至所述第一晶体管的漏极;

所述第二晶体管的栅极连接至所述逻辑控制模块的第二输入端并作为复位信号输入端,所述第二晶体管的源极连接至接地;

所述比较器的输出端连接至所述逻辑控制模块的第一输入端;

所述逻辑控制模块的第三输入端作为负载状态信号输入端;

所述逻辑控制模块的第一输出端作为第一控制信号输出端;

所述逻辑控制模块的第二输出端作为第二控制信号输出端。

2. 根据权利要求1所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述第一晶体管和所述第二晶体管均为NMOS管,所述第三晶体管为PMOS管。

3. 根据权利要求1所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述第一电流源和所述第二电流源的电流大小均可调节。

4. 根据权利要求1所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述逻辑控制模块为数字电路。

5. 根据权利要求1所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述逻辑控制模块接收所述比较器输出的检测信号、所述复位信号以及所述负载状态信号进行逻辑运算,并根据运算结果产生用于控制负载充电的所述第一控制信号和所述第二控制信号。

6. 根据权利要求1所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述复位信号为高电平时,所述自动负载检测电路设置为清零复位状态,所述清零复位状态为所述负载电压信号的电压值等于所述偏置电源电压,且所述第一控制信号、所述第二控制信号以及所述负载状态信号均为低电平。

7. 一种自动负载检测方法,所述自动负载检测方法基于权利要求1-6任意一项所述的自动负载检测电路,其特征在于,所述自动负载检测方法包括如下步骤:

步骤S1、充电初始化:

所述自动负载检测电路上电,所述负载电压信号的电压值小于所述偏置电源电压,所述比较器输出的检测信号为高电平,所述逻辑控制模块输出的所述第一控制信号、所述第二控制信号以及所述负载状态信号均为高电平,所述自动负载检测电路启动对负载进行充电;

步骤S2、负载充电:

所述比较器输出检测信号为低电平,所述负载状态信号清零,所述第二控制信号变低

电平；

步骤S3、根据负载状态判断充电状态：

步骤S31、判断负载状态：

在所述步骤S2进行时，所述自动负载检测电路实时检测负载状态，若发生负载拔出，则进入步骤S311，否则，维持在所述步骤S2中；

步骤S311、负载拔出状态：

所述负载状态信号变低电平，触发所述复位信号变高电平，所述自动负载检测电路进入清零复位状态，所述负载电压设为低电平且所述检测信号为高电平，所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压且所述检测信号转为低电平，所述第一控制信号转为低电平，则进入所述步骤S31；

步骤S32、判断充电是否完成：

在所述步骤S2进行时，所述自动负载检测电路实时检测负载状态，若发生负载充电完成，则进入步骤S321，否则，维持在所述步骤S2中；

步骤S321、充电完成状态：

所述负载状态信号变低电平，触发所述复位信号变高电平，所述自动负载检测电路进入清零复位状态，所述负载电压设为低电平且所述检测信号为高电平，所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压，所述第一控制信号保持为高电平，所述第二控制信号保持为低电平。

自动负载检测电路及自动负载检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路技术领域,尤其涉及一种自动负载检测电路和自动负载检测方法。

背景技术

[0002] 目前,随着智能手机、可穿戴装置、电动工具、无人机等可移动设备的使用越来越多。所述移动设备中的充放电电路是重要的组成部分。其中,所述充放电电路通过内部电路产生根据一定电压值的输出电压,所述充放电电路的输出电压用于负载的充电和放电,而自动负载检测电路是所述充放电电路的基本电路,所述自动负载检测电路有利于提高所述充放电电路的可靠性。

[0003] 相关技术的所述自动负载检测电路一般采用模拟电路检测负载两端电压变化以确定负载是否正常充电或者负载被拔出。

[0004] 然而,相关技术中,采用模拟电路进行逻辑判断直接造成使用比较器的电路较多,电路面积较大,另外还造成检测时间较长的问题。

[0005] 因此,实有必要提供一种新的自动负载检测电路和自动负载检测方法解决上述问题。

发明内容

[0006] 针对以上现有技术的不足,本发明提出一种可以快速检测,且电路面积较小、电路结构简单易于拓展的自动负载检测电路和自动负载检测方法。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种自动负载检测电路,应用于充放电电路系统,所述自动负载检测电路包括第一电阻、第二电阻、第一电流源、第二电流源、第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、比较器以及逻辑控制模块;

[0008] 所述第一电阻的第一端、所述第一电流源的输入端、所述第二电流源的输入端、所述第一晶体管的栅极、所述比较器的正输入端均连接至偏置电源电压;

[0009] 所述第一电阻的第二端分别连接至所述第二晶体管的漏极和所述第三晶体管的栅极;

[0010] 所述第二电阻的第一端连接至接地,所述第二电阻的第二端连接至所述第三晶体管的漏极;

[0011] 所述第一电流源的输出端分别连接至所述第一晶体管的源极、所述第三晶体管的源极以及所述比较器的负输入端,并作为负载电压信号输入端;

[0012] 所述第二电流源的输出端连接至所述第一晶体管的漏极;

[0013] 所述第二晶体管的栅极连接至所述逻辑控制模块的第二输入端并作为复位信号输入端,所述第二晶体管的源极连接至接地;

[0014] 所述比较器的输出端连接至所述逻辑控制模块的第一输入端;

[0015] 所述逻辑控制模块的第三输入端作为负载状态信号输入端;

- [0016] 所述逻辑控制模块的第一输出端作为第一控制信号输出端；
- [0017] 所述逻辑控制模块的第二输出端作为第二控制信号输出端。
- [0018] 优选的,所述第一晶体管和所述第二晶体管均为NMOS管,所述第三晶体管为PMOS管。
- [0019] 优选的,所述第一电流源和所述第二电流源的电流大小均可调节。
- [0020] 优选的,所述逻辑控制模块为数字电路。
- [0021] 优选的,所述逻辑控制模块接收所述比较器输出的检测信号、所述复位信号以及所述负载状态信号进行逻辑运算,并根据运算结果产生用于控制负载充电的所述第一控制信号和所述第二控制信号。
- [0022] 优选的,所述复位信号为高电平时,所述自动负载检测电路设置为清零复位状态,所述清零复位状态为所述负载电压信号的电压值等于所述偏置电源电压,且所述第一控制信号、所述第二控制信号以及所述负载状态信号均为低电平。
- [0023] 本发明还提供了一种自动负载检测方法,所述自动负载检测方法基于如上任意一项所述的自动负载检测电路,所述自动负载检测方法包括如下步骤:
- [0024] 步骤S1、充电初始化:
- [0025] 所述自动负载检测电路上电,所述负载电压信号的电压值小于所述偏置电源电压,所述比较器输出的检测信号为高电平,所述逻辑控制模块输出的所述第一控制信号、所述第二控制信号以及所述负载状态信号均为高电平,所述自动负载检测电路启动对负载进行充电;
- [0026] 步骤S2、负载充电:
- [0027] 所述比较器输出检测信号为低电平,所述负载状态信号清零,所述第二控制信号变低电平;
- [0028] 步骤S3、根据负载状态判断充电状态:
- [0029] 步骤S31、判断负载状态:
- [0030] 在所述步骤S2进行时,所述自动负载检测电路实时检测负载状态,若发生负载拔出,则进入步骤S311,否则,维持在所述步骤S2中;
- [0031] 步骤S311、负载拔出状态:
- [0032] 所述负载状态信号变低电平,触发所述复位信号变高电平,所述自动负载检测电路进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压且所述检测信号转为低电平,所述第一控制信号转为低电平,则进入所述步骤S31;
- [0033] 步骤S32、判断充电是否完成:
- [0034] 在所述步骤S2进行时,所述自动负载检测电路实时检测负载状态,若发生负载充电完成,则进入步骤S321,否则,维持在所述步骤S2中;
- [0035] 步骤S321、充电完成状态:
- [0036] 所述负载状态信号变低电平,触发所述复位信号变高电平,所述自动负载检测电路进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压,所述第一控制信号保持为高电平,所述第二控制信号保持为低电平。

[0037] 与相关技术相比,本发明的自动负载检测电路和自动负载检测方法通过采用所述第一电流源和所述第二电流源的电路结构,电路根据功能进行选择电流大小,从而使所述自动负载检测电路可以快速检测负载状态,并通过所述逻辑控制模块通过逻辑运算实现负载状态检测,从而所述自动负载检测电路的电路结构简单易于拓展,其所需要的模拟器件较少,从而使电路面积较小。

附图说明

[0038] 下面结合附图详细说明本发明。通过结合以下附图所作的详细描述,本发明的上述或其他方面的内容将变得更清楚和更容易理解。附图中:

[0039] 图1为本发明自动负载检测电路的电路结构图;

[0040] 图2为图1中负载充电过程中拔出负载情况的关键节点的电压时间响应图;

[0041] 图3为图1中负载充电至充满情况的关键节点的电压时间响应图;

[0042] 图4为本发明自动负载检测方法的流程框图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0044] 在此记载的具体实施方式/实施例为本发明的特定的具体实施方式,用于说明本发明的构思,均是解释性和示例性的,不应解释为对本发明实施方式及本发明范围的限制。除在此记载的实施例外,本领域技术人员还能够基于本申请权利要求书和说明书所公开的内容采用显而易见的其它技术方案,这些技术方案包括采用对在此记载的实施例的做出任何显而易见的替换和修改的技术方案,都在本发明的保护范围之内。

[0045] 请参阅图1所示,本发明提供了一种自动负载检测电路100,所述自动负载检测电路100包括第一电阻R1、第二电阻R2、第一电流源I1、第二电流源I2、第一晶体管M1、第二晶体管M2、第三晶体管M3、比较器COMP以及逻辑控制模块LOG。

[0046] 所述自动负载检测电路100一般应用于充电电路系统或者整机中,用于解决当发生负载插入和拔出时,快速控制所述充电电路系统或者整机的内部电路,以使所述负载充电和对应的电路的快速进行到充电状态或者待机状态。

[0047] 具体的,所述自动负载检测电路100的电路结构为:

[0048] 所述第一电阻R1的第一端、所述第一电流源I1的输入端、所述第二电流源I2的输入端、所述第一晶体管M1的栅极、所述比较器COMP的正输入端均连接至偏置电源电压BAT。

[0049] 所述第一电阻R1的第二端分别连接至所述第二晶体管M2的漏极和所述第三晶体管M3的栅极。

[0050] 所述第二电阻R2的第一端连接至接地GND,所述第二电阻R2的第二端连接至所述第三晶体管M3的漏极。

[0051] 所述第一电流源I1的输出端分别连接至所述第一晶体管M1的源极、所述第三晶体管M3的源极以及所述比较器COMP的负输入端,并作为负载电压信号 V_o 输入端;

[0052] 所述第二电流源I2的输出端连接至所述第一晶体管M1的漏极。

[0053] 所述第二晶体管M2的栅极连接至所述逻辑控制模块LOG的第二输入端并作为复位信号Pulld_vth输入端,所述第二晶体管M2的源极连接至接地GND。

- [0054] 所述比较器COMP的输出端连接至所述逻辑控制模块LOG的第一输入端。
- [0055] 所述逻辑控制模块LOG的第三输入端作为负载状态信号EN_voc1s输入端。
- [0056] 所述逻辑控制模块LOG的第一输出端作为第一控制信号Load_on输出端。
- [0057] 所述逻辑控制模块LOG的第二输出端作为第二控制信号Load_in输出端。
- [0058] 在本实施方式中,在保证电路性能的基础上,将所有的NMOS管和PMOS管都统一尺寸大小,实现版图优化,缩小版图面积,以便于拓展应用。具体的,所述第一晶体管M1和所述第二晶体管M2均为NMOS管,所述第三晶体管M3为PMOS管。其中,所述第一晶体管M1和所述第二晶体管M2的尺寸大小相同。当然,不限于此,设计者也可以根据性能和版图设计要求,对每个MOS管进行定制设计也是可以的。
- [0059] 在本实施方式中,所述逻辑控制模块LOG接收所述比较器COMP输出的检测信号Load_det、所述复位信号Pulld_vth以及所述负载状态信号EN_voc1s进行逻辑运算,并根据运算结果产生用于控制负载充电的所述第一控制信号Load_on和所述第二控制信号Load_in。其中,所述逻辑控制模块LOG为数字电路。采用数字电路实现所述逻辑控制模块LOG的电路功能有采用器件数量小,版图面积小的特点,而且还可以减少电路的功耗。当然,不限于此,所述逻辑控制模块LOG为模拟电路或者数模混合电路来实现也是可以的。
- [0060] 其中,所述复位信号Pulld_vth为高电平时,所述自动负载检测电路100设置为清零复位状态,所述清零复位状态为所述负载电压信号Vo的电压值等于所述偏置电源电压BAT,且所述第一控制信号Load_on、所述第二控制信号Load_in以及所述负载状态信号EN_voc1s均为低电平。
- [0061] 所述复位信号Pulld_vth为低电平时,所述第一晶体管M1阈值电压设为vth,当所述负载电压信号Vo的电压值大于电压值BAT-vth且小于所述偏置电源电压BAT时,即 $BAT-vth < Vo < BAT$ 时,所述第一电流源I1导通,而所述第一晶体管M1截止,导致所述第二电流源I2截止。也就是说只有所述第一电流源I1给电路提供电流。当所述负载电压信号Vo的电压值小于电压值BAT-vth时,所述第一晶体管M1导通,从而使所述第二电流源I2导通,也就是说,这时所述第一电流源I1和所述第二电流源I2均导通且给电路同时提供电流。其中,负载一般为包括电容在内的容性器件,故增加供电流,可以让该电路结构可以减少所述自动负载检测电路100的检测时间。在相关技术的电路里一般采用所述比较器进行判断何时打开或者关闭电流源,相关技术的电路相对于所述自动负载检测电路100只采用所述第一晶体管M1进行控制来说,相关技术的电路的器件多,其电路复杂,电路面积较大。
- [0062] 在本实施方式中,所述第一电流源I1和所述第二电流源I2的电流大小均可调节。采用可调节的所述第一电流源I1和所述第二电流源I2有利于设计和使用时根据具体的电路进行调节,可以优化所述自动负载检测电路100调整检测时间和功耗。
- [0063] 所述自动负载检测电路100的工作原理为:
- [0064] 开始时,所述自动负载检测电路100上电,在本实施方式中,所述自动负载检测电路100的电源电压为5V,所述偏置电源电压BAT的电压值为BAT。
- [0065] 请参图2所示,当插入负载时,所述自动负载检测电路100的电路状态为所述负载电压信号Vo的电压值小于所述偏置电源电压BAT,所述比较器COMP输出的检测信号Load_det为高电平,所述逻辑控制模块LOG输出的所述第一控制信号Load_on、所述第二控制信号Load_in以及所述负载状态信号EN_voc1s均为高电平。所述自动负载检测电路100启动对负

载进行充电,这时,所述比较器COMP输出检测信号Load_det为低电平,所述负载状态信号EN_vocls清零,所述第二控制信号Load_in变低电平。

[0066] 当拔出负载时,所述负载状态信号EN_vocls变低电平,触发所述复位信号Pulld_vth变高电平,所述自动负载检测电路100进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号Load_det为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压BAT且所述检测信号Load_det转为低电平,所述第一控制信号Load_on转为低电平。

[0067] 请参阅图3所示,当负载充电完成时,所述负载状态信号EN_vocls变低电平,触发所述复位信号Pulld_vth变高电平,所述自动负载检测电路100进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号Load_det为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压BAT,所述第一控制信号Load_on保持为高电平,所述第二控制信号Load_in保持为低电平。

[0068] 请参阅图4所示,本发明还提供了一种自动负载检测方法,所述自动负载检测方法基于如所述自动负载检测电路100。

[0069] 所述自动负载检测方法包括如下步骤:

[0070] 步骤S1、充电初始化:

[0071] 所述自动负载检测电路100上电,所述负载电压信号Vo的电压值小于所述偏置电源电压BAT,所述比较器COMP输出的检测信号Load_det为高电平,所述逻辑控制模块LOG输出的所述第一控制信号Load_on、所述第二控制信号Load_in以及所述负载状态信号EN_vocls均为高电平,所述自动负载检测电路100启动对负载进行充电。

[0072] 步骤S2、负载充电:

[0073] 所述比较器COMP输出检测信号Load_det为低电平,所述负载状态信号EN_vocls清零,所述第二控制信号Load_in变低电平。

[0074] 步骤S3、根据负载状态判断充电状态:

[0075] 步骤S31、判断负载状态:

[0076] 在所述步骤S2进行时,所述自动负载检测电路100实时检测负载状态,若发生负载拔出,则进入步骤S311,否则,维持在所述步骤S2中。

[0077] 步骤S311、负载拔出状态:

[0078] 所述负载状态信号EN_vocls变低电平,触发所述复位信号Pulld_vth变高电平,所述自动负载检测电路100进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号Load_det为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压BAT且所述检测信号Load_det转为低电平,所述第一控制信号Load_on转为低电平,则进入所述步骤S31。

[0079] 步骤S32、判断充电是否完成:

[0080] 在所述步骤S2进行时,所述自动负载检测电路100实时检测负载状态,若发生负载充电完成,则进入步骤S321,否则,维持在所述步骤S2中。

[0081] 步骤S321、充电完成状态:

[0082] 所述负载状态信号EN_vocls变低电平,触发所述复位信号Pulld_vth变高电平,所述自动负载检测电路100进入所述清零复位状态,所述负载电压设为低电平且所述检测信号Load_det为高电平,所述负载电压充电升压至所述偏置电源电压BAT,所述第一控制信号Load_on保持为高电平,所述第二控制信号Load_in保持为低电平。

[0083] 与相关技术相比,本发明的自动负载检测电路和自动负载检测方法通过采用所述第一电流源和所述第二电流源的电路结构,电路根据功能进行选择电流大小,从而使所述自动负载检测电路可以快速检测负载状态,并通过所述逻辑控制模块通过逻辑运算实现负载状态检测,从而所述自动负载检测电路的电路结构简单易于拓展,其所需要的模拟器件较少,从而使电路面积较小。

[0084] 需要说明的是,以上参照附图所描述的各个实施例仅用以说明本发明而非限制本发明的范围,本领域的普通技术人员应当理解,在不脱离本发明的精神和范围的前提下对本发明进行的修改或者等同替换,均应涵盖在本发明的范围之内。此外,除上下文另有所指外,以单数形式出现的词包括复数形式,反之亦然。另外,除非特别说明,那么任何实施例的全部或一部分可结合任何其它实施例的全部或一部分来使用。

100
~

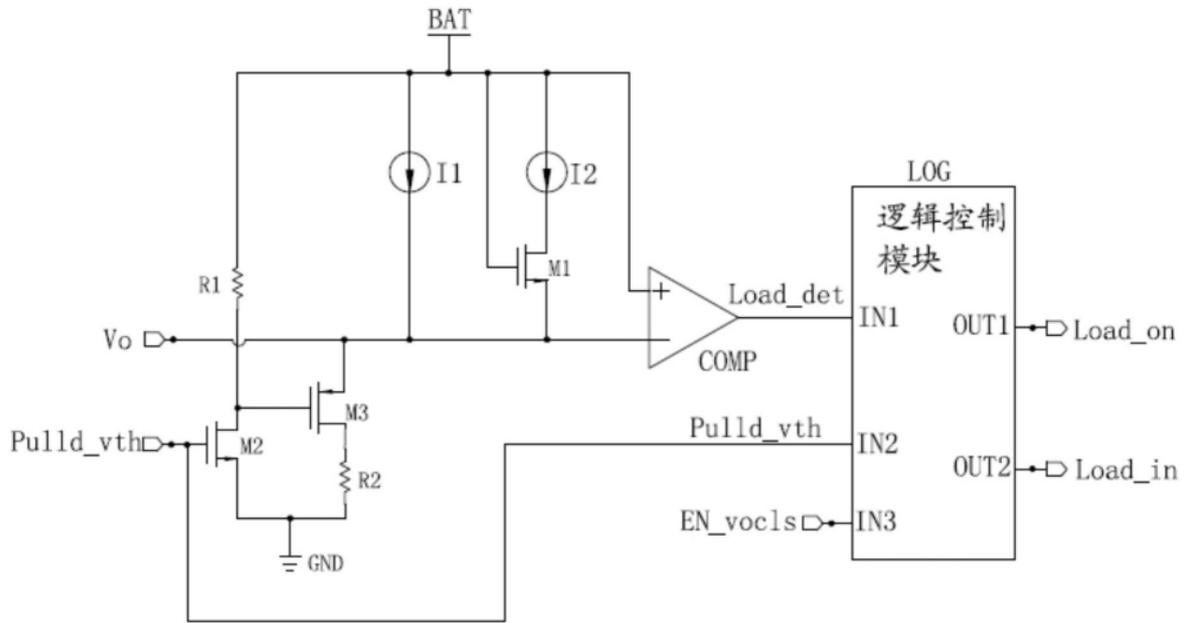


图1

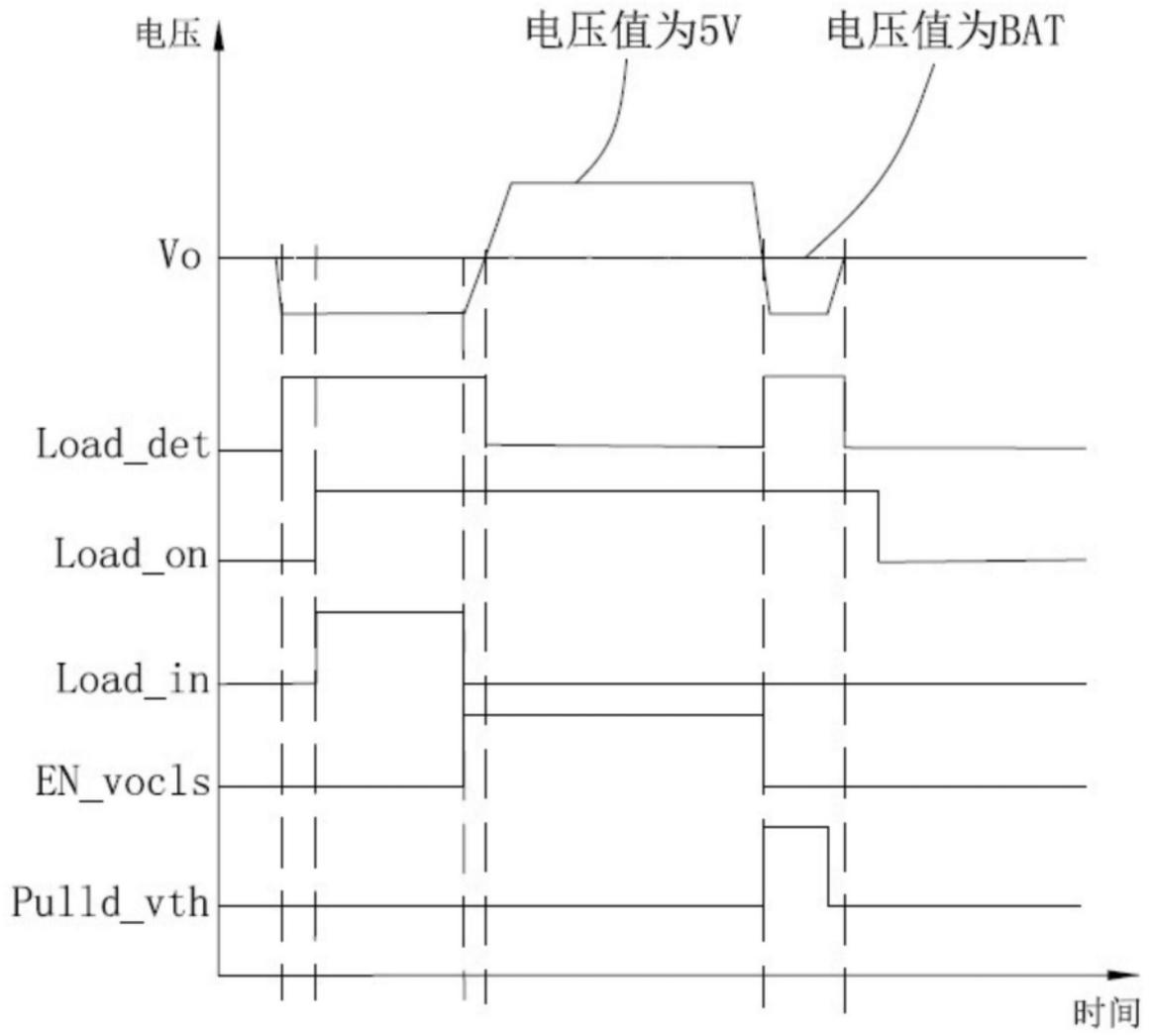


图2

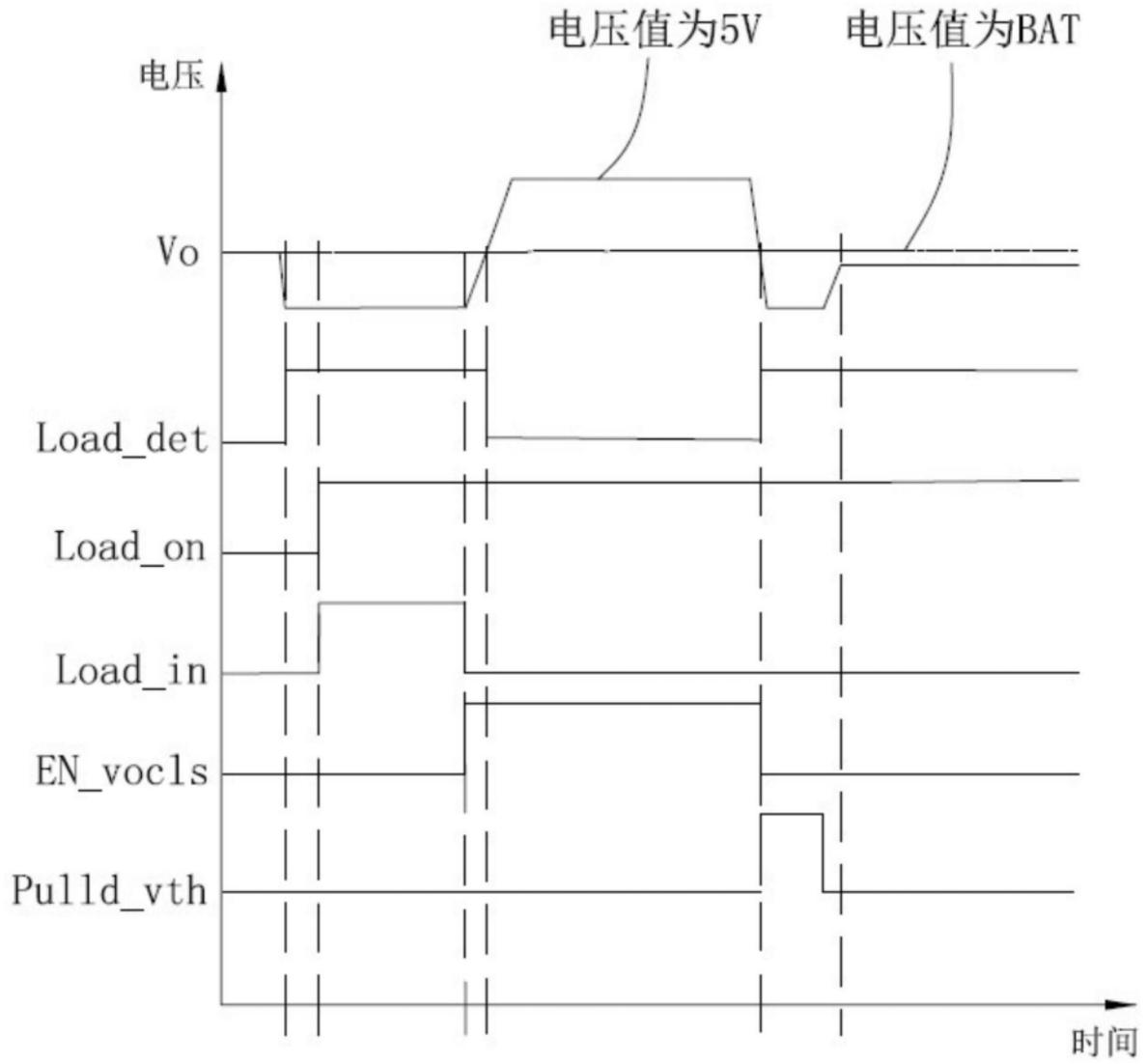


图3

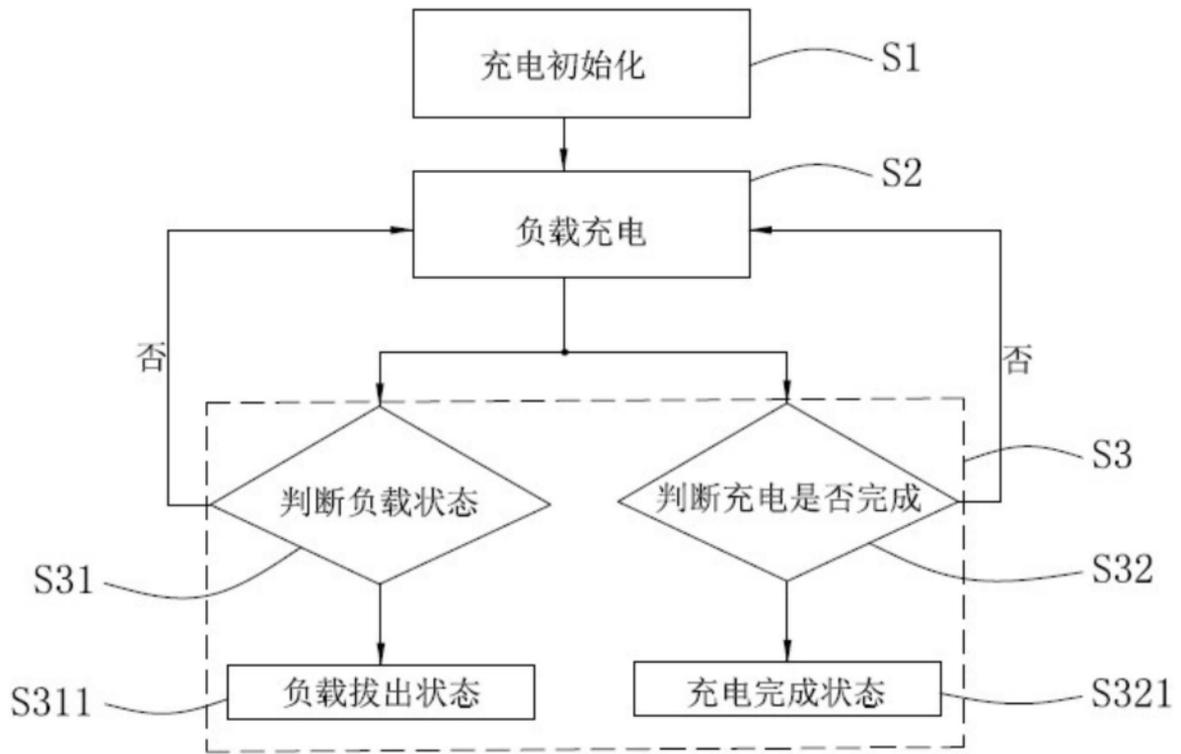


图4