

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610155964.9

[43] 公开日 2007年8月29日

[11] 公开号 CN 101026307A

[22] 申请日 2006.12.25

[21] 申请号 200610155964.9

[71] 申请人 苏州市三环技贸有限公司

地址 215011 江苏省苏州市新区金山路6号

[72] 发明人 孙璞 鲍公舜

[74] 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有限公司

代理人 马明渡

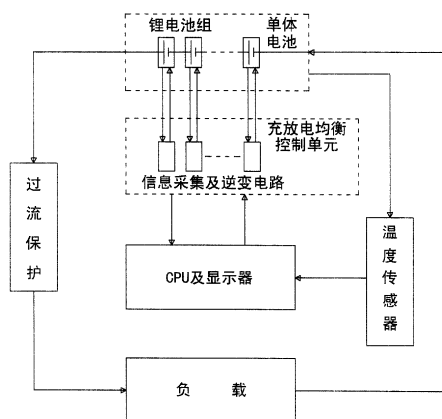
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

[54] 发明名称

串联动力锂电池组充放电自动均衡方法

[57] 摘要

一种串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，本发明将串联电池组中的单体电池视为一个个小心脏，只有每个小心脏都正常时，整体心脏组合才能有效地工作。基于这种理解，本发明针对串联电池组中每个单体电池均设置一个充放电均衡控制单元，采用一对一方式分别控制电池组中的每个单体电池。在充电运行中，采用并行充电方式对每个单体电池分别进行充电，并由相应的充放电均衡控制单元进行控制；在放电运行中，也通过充放电均衡控制单元来实施监控，当发现某个单体电池出现过放问题时，激活逆变电路，以电池组自身为能源，按能量大小需要进行补充充电，以此协调电池组在充放电过程中，各单体电池之间同步充电和同步放电工作，从而确保系统安全运行，有效延长电池组寿命，充分发挥其效能。



1、一种串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，其特征在于：针对串联电池组中每个单体电池设置一个充放电均衡控制单元，采用一对一方式分别控制电池组中的每个单体电池；

在充电运行中，采用并行充电方式对每个单体电池分别进行充电，充电过程中充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬时电压 v_t ，并与设定的终止充电电压 $v_{\text{终}}$ 进行比较，当检测到该单体电池瞬时电压 v_t 达到设定的终止充电电压 $v_{\text{终}}$ 时自动停止充电，否则继续充电，直至整个电池组充电结束；

在放电运行中，充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬时电压 v_t ，并与电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ 进行比较，当单体电池瞬时电压 v_t 高于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，或者低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，但未超出设定下限值时，逆变电路处于等待状态；当单体电池瞬时电压 v_t 低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，并超出设定下限值时，激活逆变电路对该单体电池进行补充充电，直至单体电池瞬时电压 v_t 接近电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ 符合设定要求时停止补充充电，否则逆变电路一直处于激活状态；所述逆变电路以电池组自身直流电源实现有源逆变，产生交流输出，该交流输出经脉宽调制处理获得交流脉宽调制信号，脉宽调制处理的控制信号取决于单体电池瞬时电压 v_t 超出设定下限值的大小，从而建立了补充充电能量与单体电池瞬时电压 v_t 超出设定下限值程度的关系，最后，交流脉宽调制信号控制功率微 MOS 管，功率微 MOS 管的输出通过变压器隔离输出，经整流、滤波，对该单体电池补充充电。

2、根据权利要求 1 所述的串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，其特征在于：在充电运行中，对单体电池的充电采用先恒流充电，当充电的输入功率达到设定值时，改为恒压充电，当单体电池瞬时电压 v_t 接近设定的终止充电电压 $v_{\text{终}}$ 到达设定程度时，采用小电流浮充，直到充电结束。

3、根据权利要求 1 所述的串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，其特征在于：在充电运行中，对单体电池瞬时电压 v_t 检测频率采用差值延时的方式进行控制，即将设定的终止充电电压 $v_{\text{终}}$ 和单体电池瞬时电压 v_t 通过比较放大器输出后，经延时电路产生下一次检测的触发信号，当差值较大时，检测频率慢，相反差值较小时，检测频率快。

串联动力锂电池组充放电自动均衡方法

技术领域

本发明涉及串联动力锂电池组的充放电均衡技术领域，特别涉及一种串联锂电池组的充放电自动均衡方法。

背景技术

当今世界，石油资源日渐紧张，空气污染日趋严重，串联动力锂电池组作为二次能源已越来越受到人们的重视。但是电池单体的个性差异在电池组使用中会产生严重的过充电和过放电问题，甚至造成整个系统的损坏。这是因为电池组的端电压还没有达到终止充电条件，而一部分单体电池已经充电终结，继续充电过程中这部分单体电池必然处于过充电状态，从而产生过充电问题；另一种情况是电池组端电压未达到终止放电条件，而一部分电池提前放电结束，从而造成这部分单体电池处于过放电状态，从而产生过放电问题。对于电池组来说，无论是过充电还是过放电都会严重伤害电池组，大大降低电池组的寿命和使用安全，且严重阻碍了电池组应用和发展。

锂电池具有放电电压稳定、工作温度范围宽、自放电率低、储存寿命长、无记忆效应、体积小、重量轻以及公害小等优点，目前已逐渐替代铅酸电池成为动力电池的主流。然而，锂电池对充放电要求很高，在串联组成动力电池组后，自然对充放电的均衡性要求更高，当过充电发生时电解质会被分解而使得电池内部的温度与压力升高；当过放电发生时负极中电解材质铜会熔化而造成内部短路，使温度升高；当外部电路短路或放电电流过大时，由于高内阻的特性电池内部功率消耗增加，温度亦会上升，可引起电解液的氧化或分解，导致电池寿命缩短；过充电或过放电情况严重时会造成电池压力与热量迅速增加，容易产生火花，引起燃烧甚至爆炸。因此锂电池组无一例外都加有保护电路，其过充电和过放电的均衡性问题显得格外突出，如何有效解决这些问题已成为动力锂电池组高效稳定运行的关键技术。

中国专利 CN1275829A、CN2508410Y、CN1181593C、CN1186868C、CN1607708A、CN1667909A 等公开了一系列有关串联电池组充放电均衡问题的技术方案。尽管这些方案都提出了许多建设性的设想，但综合起来看，其中一些解决了过充电问题，但并未解决过放电问题；而另一些可以同时解决过充电和过放电问题，但在解决过放电问题中，当个别单体电池出现早期性能蜕化时仍不能解决整个锂电池组系统崩溃的技术难题，致使电池组的使

用寿命过短，无法保证稳定和可靠运行，甚至突然出现崩溃。总之，据申请人了解，迄今为止多数均衡电路都是通过释放回路把处在较高电压状态的电池的电压降下来从而达到均衡。但对于处在过放电严重的个别单体电池，特别是在使用后期个别单体电池出现早期性能蜕化的处理上未曾有过好方案。

发明内容

本发明提供一种串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，其目的在于不仅要有效控制过充电，同时又要有效控制过放电，特别是有效克服锂电池组在使用后期因个别单体电池出现早期性能蜕化而迅速导致整个锂电池组系统崩溃的技术难题，从而确保系统运行的稳定性和可靠性，并延长电池组的工作寿命。

为达到上述目的，本发明采用的技术方案是：一种串联动力锂电池组充放电自动均衡方法，针对串联电池组中每个单体电池设置一个充放电均衡控制单元，采用一对一方式分别控制电池组中的每个单体电池；

在充电运行中，采用并行充电方式对每个单体电池分别进行充电，充电过程中充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬时电压 v_t ，并与设定的终止充电电压 $v_{\#}$ 进行比较，当检测到该单体电池瞬时电压 v_t 达到设定的终止充电电压 $v_{\#}$ 时自动停止充电，否则继续充电，直至整个电池组充电结束；

在放电运行中，充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬时电压 v_t ，并与电池组平均单体瞬时电压 $v_{\#}$ 进行比较，当单体电池瞬时电压 v_t 高于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\#}$ ，或者低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\#}$ ，但未超出设定下限值时，逆变电路处于等待状态；当单体电池瞬时电压 v_t 低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\#}$ ，并超出设定下限值时，激活逆变电路对该单体电池进行补充充电，直至单体电池瞬时电压 v_t 接近电池组平均单体瞬时电压 $v_{\#}$ 符合设定要求时停止补充充电，否则逆变电路一直处于激活状态；所述逆变电路以电池组自身直流电源实现有源逆变，产生交流输出，该交流输出经脉宽调制处理获得交流脉宽调制信号，脉宽调制处理的控制信号取决于单体电池瞬时电压 v_t 超出设定下限值的大小，从而建立了补充充电能量与单体电池瞬时电压 v_t 超出设定下限值程度的关系，最后，交流脉宽调制信号控制功率微 MOS 管，功率微 MOS 管的输出通过变压器隔离输出，经整流、滤波，对该单体电池补充充电。

上述技术方案中的有关内容解释如下：

1、上述方案中，所述“单体电池瞬时电压 v_i ”是指单体电池两端的瞬间电压值；所述“电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ”是指电池组瞬时端电压除以单体电池个数得到的一个瞬间电压平均值；所述“终止充电电压 $v_{\text{停}}$ ”是指系统针对单体电池设定的停止充电的电压值。

2、上述方案中，为了保证充电的效果，在充电运行中，对单体电池的充电采用先恒流充电，当充电的输入功率达到设定值时，改为恒压充电，当单体电池瞬时电压 v_i 接近设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ 到达设定程度时，采用小电流浮充，直到充电结束。

3、上述方案中，为了有效控制检测频率，在充电运行中，对单体电池瞬时电压 v_i 检测频率采用差值延时的方式进行控制，即将设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ 和单体电池瞬时电压 v_i 通过比较放大器输出后，经延时电路产生下一次检测的触发信号，当差值较大时，检测频率慢，相反差值较小时，检测频率快。

本发明工作原理和构思是：本发明将串联电池组中的单体电池视为一个个小心脏，只有每个小心脏都正常时，整体心脏组合才能有效地工作。基于这种理解，本发明针对串联电池组中每个单体电池均设置一个充放电均衡控制单元，采用一对一方式分别控制电池组中的每个单体电池，各充放电均衡控制单元处于并列运行状态。在充电运行中，采用并行充电方式对每个单体电池分别进行充电，并由相应的充放电均衡控制单元进行控制；在放电运行中，也通过充放电均衡控制单元来实施监控，当发现某个单体电池出现过放问题时，激活逆变电路，以电池组自身为能源，按能量大小需要进行补充充电，以此协调电池组在充放电过程中，各单体电池之间处于协调同步的工作状态，从而确保系统安全运行，有效延长电池组寿命，充分发挥其效能。

由于上述技术方案运用，本发明与现有技术相比具有下列优点和效果：

1、本发明运用并行充电方法对每个单体电池进行充电，由于每个充放电均衡控制单元都设定好相同的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ ，这样就能确保电池组中每个单体电池不会产生过充现象。

2、本发明在放电运行中，每个单体电池被控制在不低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ 水平以下所设定的下限范围中，一旦超出这个范围逆变电路对该电池进行补充充电。而逆变采用有源逆变方式，即以以电池组自身直流电源实现有源逆变，产生交流输出。与以往无源逆变，如采用电容、电感相比可以保证补充充电的有效性。

3、本发明补充充电中，以单体电池瞬时电压 v_i 超出设定下限值的大小作

为脉宽调制处理的控制信号，来调节逆变输出的交流信号脉宽。通过这样的脉宽调制处理来建立了补充充电能量与单体电池瞬时电压 v_i 超出设定下限值程度的关系。从而有效控制补充充电的能量。这种处理方式不仅具有针对性，而且有利于控制各单体电池之间的同效功率，使每个单体电池电压等同下降。

4、本发明在出现过放电时，由于采用逆变电路对其进行补充充电，对早期退化的电池可以减缓它的退化速率（下降梯度），提高了电池组运行的安全性。另外，对提前退化的电池还可以通过报警方式进行提醒。

5、本发明能确保电池组中的每个单体电池利用逆变电路充到设定值。放电时也能够使每个电池进行相对同步放电。

6、动力锂电池作为汽车的动力装置时，一般由 200~300 节 200A 时的锂电池同时运行，难免有个别电池产生早期性能蜕化而危急系统安全，出现这种情况时本发明能够及时对其进行有效的补偿及控制。虽然出现问题的电池是随机的，不可测的，由于本发明对每个单体电池都进行控制和补偿，才能有效的保证每个单体电池的正常工作的，因此这种方式是最有效和最可靠的。

总之，动力锂电池组没有保护控制装置是不能安全运行的，没有可靠有效的保护装置也是无法长期稳定运行的。本方案由于过充电和过放电问题得到了有效控制，因此电池组的发热温度能够控制在较低的范围中，而且可以有效延长电池寿命，确保系统安全运行，特别是电池组在使用后期因个别单体电池出现早期性能蜕化时，由于采用了有源逆变补充充电措施，有效解决了整个锂电池组系统崩溃的技术难题，保证了电池组充分发挥其效能。

附图说明

附图 1 为本发明原理框图；

附图 2 为本发明逆变电路原理图。

具体实施方式

下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述：

实施例：一种串联动力锂电池组充放电自动均衡方法

如图 1 所示，针对串联电池组中每个单体电池设置一个充放电均衡控制单元，采用一对一方式分别控制电池组中的每个单体电池，各充放电均衡控制单元处于并列运行状态来均衡协调每个单体电池的工作。

在充电运行中，采用并行充电方式对每个单体电池分别进行充电是本发明的一大特色。充电过程中充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬

时电压 v_t ，并与设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ (4.2V，误差小于 $\pm 1\%$) 进行比较，当检测到该单体电池瞬时电压 v_t 达到设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ 时自动停止充电，否则继续充电，直至整个电池组充电结束。充电电路是由可控脉宽调制开关电源构成，主要由触发器、调制器、时钟电路及比较器等模块组成。充电电路是本发明的核心部件，高效、可靠及小型化是关键技术，因此最好要制成专用的大规模集成芯片来完成其小型化及高可靠性和高稳定性工作。在充电电路的设计中最好要采用均衡充电方式，即对单体电池的充电采用先恒流充电，当充电的输入功率达到设定值时，改为恒压充电，当单体电池瞬时电压 v_t 接近设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ 到达设定程度时，采用小电流浮充，直到充电结束。以确保每节单体电池充电至 4.2V 时自动停止，有效防止过充电。另外，在充电运行中，对单体电池瞬时电压 v_t 检测频率采用差值延时的方式进行控制，即将设定的终止充电电压 $v_{\text{停}}$ 和单体电池瞬时电压 v_t 通过比较放大器输出后，经延时电路产生下一次检测的触发信号，当差值较大时，检测频率慢，相反差值较小时，检测频率快。

在放电运行中，充放电均衡控制单元不断检测相应的单体电池瞬时电压 v_t ，并与电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ 进行比较，当单体电池瞬时电压 v_t 高于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，或者低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，但未超出设定下限值时，逆变电路处于等待状态；当单体电池瞬时电压 v_t 低于电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ ，并超出设定下限值时，激活逆变电路对该单体电池进行补充充电，直至单体电池瞬时电压 v_t 接近电池组平均单体瞬时电压 $v_{\text{平}}$ 符合设定要求时停止补充充电，否则逆变电路一直处于激活状态；所述逆变电路以电池组自身直流电源实现有源逆变，产生交流输出，该交流输出通过 VMOS 功率器件（大功率）进行脉宽调制处理，脉宽调制处理的控制信号取决于单体电池瞬时电压 v_t 超出设定下限值的大小，用于控制 VMOS 功率器件（大功率）的导通时间，功率器件输出交流脉宽调制方波，最后，交流脉宽调制方波通过变压器隔离输出，经整流、滤波，对该单体电池补充充电，见图 2 所示。

过放电的有效控制是本发明的又一特色。串联运行中锂电池的过放电现象一直是困扰人们的严重问题，也是阻碍锂电池应用的关键难题。本发明锂电池组一般是设备的动力源，相当于人体的心脏。锂电池组是由多个单体电池串联组成，每个单体电池相当于一颗小心脏，只有每颗小心脏都正常时，整体心脏组合才能很有效地工作。只要有一颗小心脏出现问题（如过放电）

就会产生连锁反应，造成系统损坏。本发明充放电均衡控制单元在个别电池出现过放电（即其电池的端电压）低于平均电压时逆变电路被激活，对该电池进行补充充电，防止其过放电的产生。本发明也就是给每节单体电池（小心脏）安上了一个心脏起搏器。即使有电池早期意外损坏也不致于使整个系统崩溃。一般出现过放电的电池其内阻会增大，在运行中视其损坏程度会发热，由于充放电均衡控制单元对过放电电池的充电效应，大大减弱了发热现象，保证了系统不过热，从而稳定了系统的运行。

上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据以实施，并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

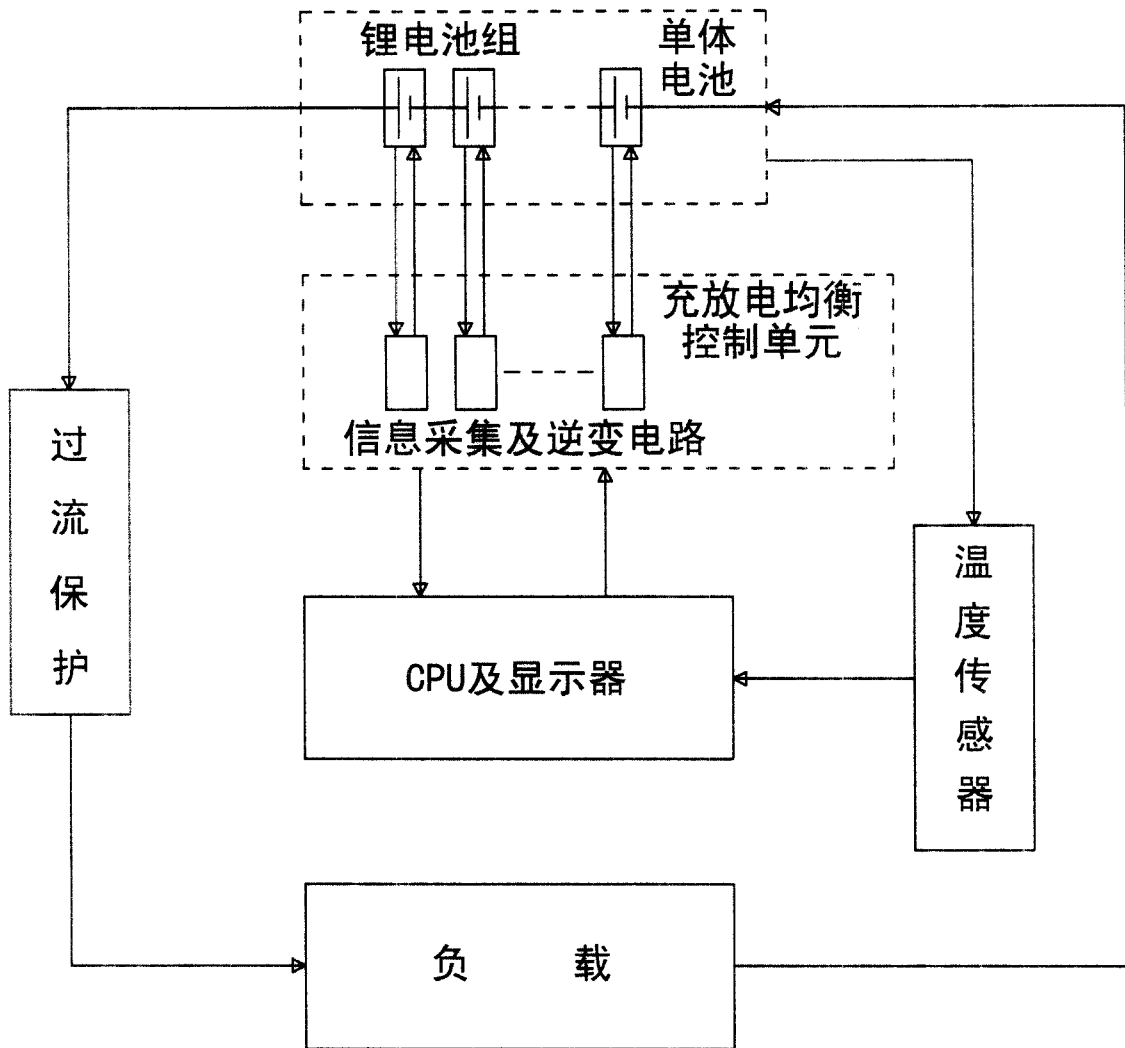


图 1

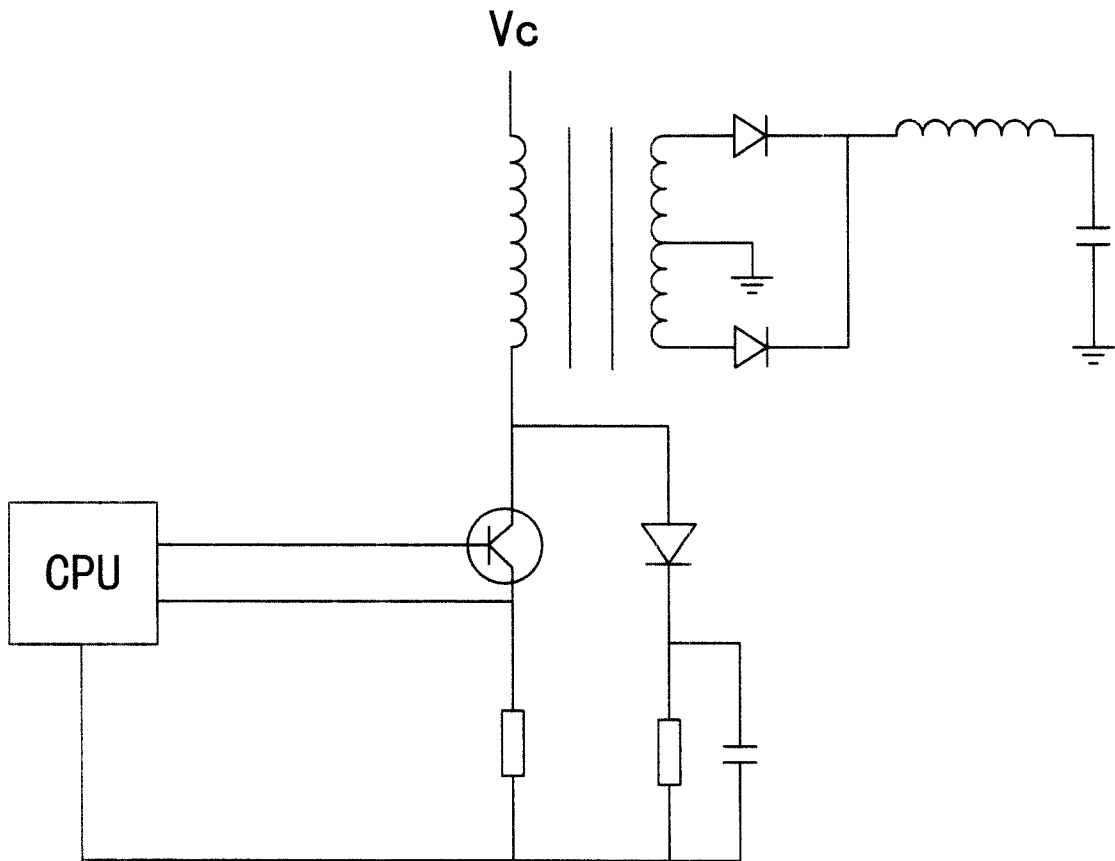


图 2