

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102368628 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 07

(21) 申请号 201110379824. 0

(22) 申请日 2011. 11. 25

(71) 申请人 杭州富特科技有限公司
地址 310011 浙江省杭州市拱墅区祥符镇孔家埭村 160、161 号 1 幢 201 室

(72) 发明人 梁一桥 刘大亮 倪斌

(74) 专利代理机构 杭州浙科专利事务所 33213
代理人 吴秉中

(51) Int. Cl.
H02J 7/00 (2006. 01)

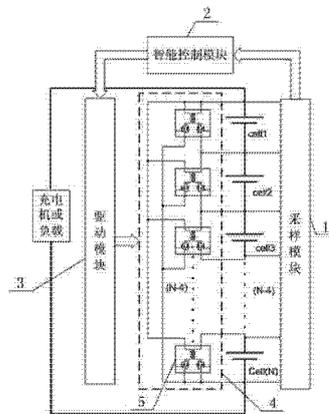
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电动汽车动力电池智能均衡装置

(57) 摘要

本发明涉及一种电动汽车动力电池智能均衡装置。采样模块与电池组相连,采集电池组中各个单体电池的电压、温度等信息;智能控制模块根据采集模块的采样值判断电池组在充电或放电时各个单体电池的荷电状态是否在规定的平衡范围内,控制驱动模块对低电压单体电池进行充电或对高电压单体电池进行放电;驱动模块对智能控制模块输出的控制信号进行隔离和放大;均衡模块实现电池组和单体电池之间能量的交换,每个单体电池对应一个均衡单元。本发明能够对电动汽车动力电池组进行主动无损均衡,均衡电流大、效率高、损失小,能够快速有效地使单体电池状态不平衡的电池组达到比较平衡的状态,提高了整组电池的实际使用容量,延长了电池组的使用寿命。



1. 电动汽车动力电池智能均衡装置,由采样模块、智能控制模块、驱动模块、均衡模块组成,其特征在于:

采样模块与电池组相连,采集电池组中各个单体电池的电压、温度、连接状态和电池组电流的信息;

智能控制模块由微控制器、输入电路和输出电路组成,输入电路连接采集模块,将采集到的数据传输给微控制器,输出电路与驱动模块相连,将微控制器的控制信号传输给驱动模块,控制信号为高频 PWM 信号,此控制信号经过驱动模块的隔离和放大后施加到均衡模块的功率开关管上,并根据采集模块的采样值判断电池组在充电或放电时各个单体电池的荷电状态是否在规定的平衡范围内,控制驱动模块对低电压单体电池进行充电或对高电压单体电池进行放电;

驱动模块连接在智能控制模块和均衡模块之间,对智能控制模块输出的控制信号进行隔离和放大;

均衡模块与电池组相连,由若干个相同的均衡单元组成,每个单体电池对应一个均衡单元,每个均衡单元均由一个电子变压器 T、两个功率开关管 VT、两个续流二极管 VD 和保护电路组成。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的均衡单元根据电子变压器的电磁隔离作用,将均衡单元分为变压器原边电路和变压器副边电路,电子变压器原边与一个功率开关管、一个单体电池串联构成变压器原边电路,电子变压器副边与另一个功率开关管、电池组串联构成变压器副边电路,每个功率开关管上均反向并联一个续流二极管。

3. 根据权利要求 2 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个变压器原边电路的功率开关管的地与单体电池的负极相连,即各个变压器原边电路的功率开关管的地均独立,每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个信号隔离电路和一个信号功率放大电路,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离。

4. 根据权利要求 3 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个电源隔离模块。

5. 根据权利要求 2 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个均衡单元的变压器副边电路均并联连接,电路的一端与电池组的正极连接,另一端与电池组的负极连接,即各个均衡单元的变压器副边电路的功率开关管的地都为电池组的负极。

6. 根据权利要求 5 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的变压器副边电路的功率开关管的驱动有两种方式:

1) 采用非隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地直接相连,智能控制模块的控制信号直接经过信号放大电路施加到变压器副边电路的功率开关管上;

2) 采用隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地不连接,智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离。

7. 根据权利要求 6 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上的驱动功率不够时,连接一个变压器副边驱动电路的共用电源隔离模块。

8. 根据权利要求 2 或 3 或 4 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于每个均衡单元中的变压器原边电路均要设置保护电路,保护电路包括过压保护电路、过流保护电路和过温保护电路,其中过压保护电路与功率开关管并联,过流保护电路与功率开关管串联。

9. 根据权利要求 2 或 5 或 6 或 7 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于每个均衡单元中的变压器副边电路均要设置保护电路,保护电路包括过压保护电路、过流保护电路和过温保护电路,其中过压保护电路与功率开关管并联,过流保护电路与功率开关管串联。

10. 根据权利要求 2 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的续流二极管可由 MOSFET 的体内二极管代替。

电动汽车动力电池智能均衡装置

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车动力电池组主动均衡领域，具体为一种电动汽车动力电池智能均衡装置。

背景技术

[0002] 动力锂离子电池较传统电池相比其能量质量密度、能量体积密度和功率密度都很高，因此其应用越来越广泛。在电动汽车动力电池领域，锂离子电池以其优异的性能被认为是当前最有应用前景的动力电池。当前动力锂离子电池的单体电压为 3.2V、容量为数十安时至上百安时。在实际应用中，锂电池一般要串联或并联使用，以提供跟多的能量和更大的功率。由于锂离子电池在制造过程中其容量和内阻等参数具有不一致性，在使用过程中这种不一致性会越来越明显。在电池组充放电过程中当任意一个单体电池的电压过高时会导致对整组电池的充电停止，在放电过程中当任意一个单体电池的电压过低时会导致整组电池的放电停止。由此可见如果电池组中的单体电池不均衡，那么整组电池的使用容量会大大降低。若这种状态得不到改善电池组的寿命也会大大缩短。

发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的问题，本发明的目的在于提供一种电动汽车动力电池智能均衡装置的技术方案。

[0004] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置，由采样模块、智能控制模块、驱动模块、均衡模块组成，其特征在于：

采样模块与电池组相连，采集电池组中各个单体电池的电压、温度、连接状态和电池组电流的信息；

智能控制模块由微控制器、输入电路和输出电路组成，输入电路连接采集模块，将采集到的数据传输给微控制器，输出电路与驱动模块相连，将微控制器的控制信号传输给驱动模块，控制信号为高频 PWM 信号，此控制信号经过驱动模块的隔离和放大后施加到均衡模块的功率开关管上，并根据采集模块的采样值判断电池组在充电或放电时各个单体电池的荷电状态是否在规定的平衡范围内，控制驱动模块对低电压单体电池进行充电或对高电压单体电池进行放电；

驱动模块连接在智能控制模块和均衡模块之间，对智能控制模块输出的控制信号进行隔离和放大；

均衡模块与电池组相连，由若干个相同的均衡单元组成，每个单体电池对应一个均衡单元，每个均衡单元均由一个电子变压器 T、两个功率开关管 VT、两个续流二极管 VD 和保护电路组成。

[0005] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置，其特征在于所述的均衡单元根据电子变压器的电磁隔离作用，将均衡单元分为变压器原边电路和变压器副边电路，电子变压器原边与一个功率开关管、一个单体电池串联构成变压器原边电路，电子变压器副边与另一个

功率开关管、电池组串联构成变压器副边电路,每个功率开关管上均反向并联一个续流二极管。

[0006] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个变压器原边电路的功率开关管的地与单体电池的负极相连,即各个变压器原边电路的功率开关管的地均独立,每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个信号隔离电路和一个信号功率放大电路,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离。

[0007] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个电源隔离模块。

[0008] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的每个均衡单元的变压器副边电路均并联连接,电路的一端与电池组的正极连接,另一端与电池组的负极连接,即各个均衡单元的变压器副边电路的功率开关管的地都为电池组的负极。

[0009] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的变压器副边电路的功率开关管的驱动有两种方式:

1) 采用非隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地直接相连,智能控制模块的控制信号直接经过信号放大电路施加到变压器副边电路的功率开关管上;

2) 采用隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地不连接,智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离。

[0010] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上的驱动功率不够时,连接一个变压器副边驱动电路的共用电源隔离模块。

[0011] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于每个均衡单元中的变压器原边电路均要设置保护电路,保护电路包括过压保护电路、过流保护电路和过温保护电路,其中过压保护电路与功率开关管并联,过流保护电路与功率开关管串联。

[0012] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于每个均衡单元中的变压器副边电路均要设置保护电路,保护电路包括过压保护电路、过流保护电路和过温保护电路,其中过压保护电路与功率开关管并联,过流保护电路与功率开关管串联。

[0013] 所述的电动汽车动力电池智能均衡装置,其特征在于所述的续流二极管可由 MOSFET 的体内二极管代替。

[0014] 本发明能够对电动汽车动力电池组进行主动无损均衡,均衡电流大、效率高、损失小,能够快速有效地使单体电池状态不平衡的电池组达到比较平衡的状态,提高了整组电池的实际使用容量,延长了电池组的使用寿命。

附图说明

[0015] 图 1 为智能均衡装置框图;

图 2 为均衡模块中的一个均衡单元;

图 3 为各个均衡单元中变压器原边电路及其驱动电路;

图 4 为各均衡单元中变压器副边电路及其驱动电路方案一;

图 5 为各均衡单元中变压器副边电路及其驱动电路方案二;

图中：1- 采集模块，2- 智能控制模块，3- 驱动模块，4- 均衡模块，5- 均衡单元，6- 变压器原边电路，7- 变压器副边电路，8- 变压器原边驱动模块，9- 变压器副边非隔离驱动模块，10- 变压器副边隔离驱动模块。

具体实施方式

[0016] 下面结合说明书附图对本发明做进一步说明：

如图 1 所示，电动汽车动力电池智能均衡装置，由采样模块 1、智能控制模块 2、驱动模块 3、均衡模块 4 组成，

采样模块 1 与电池组相连，采集电池组中各个单体电池的电压、温度、连接状态和电池组电流等信息；

智能控制模块 2 由微控制器、输入电路和输出电路组成，输入电路连接采集模块，将采集到的数据传输给微控制器，输出电路与驱动模块相连，将微控制器的控制信号传输给驱动模块，控制信号为高频 PWM 信号，此控制信号经过驱动模块的隔离和放大后施加到均衡模块的功率开关管上，并根据采集模块的采样值判断电池组在充电或放电时各个单体电池的荷电状态是否在规定的平衡范围内，控制驱动模块对低电压单体电池进行充电或对高电压单体电池进行放电；

驱动模块 3 连接在智能控制模块和均衡模块之间，对智能控制模块输出的控制信号进行隔离和放大；

均衡模块 4 与电池组相连，由若干个相同的均衡单元 5 组成，每个单体电池对应一个均衡单元，每个均衡单元 5 均由一个电子变压器 T、两个功率开关管 VT、两个续流二极管 VD 和保护电路组成；

充电机为电池组充电或者电池组给负载供电。

[0017] 其中，驱动模块 3 分为变压器原边驱动模块 8 和变压器副边驱动模块，变压器原边驱动模块 8 由信号隔离电路和信号功率放大电路组成，每个信号隔离电路和信号功率放大电路对应一个功率开关管，只有在驱动功率不够时，每个均衡单元的变压器原边电路均再连接一个电源隔离模块；变压器副边驱动模块分为两种，采用非隔离方式时由信号放大电路组成变压器副边非隔离驱动模块 9，每个信号放大电路对应一个功率开关管，采用隔离方式时由信号隔离放大电路组成变压器副边隔离驱动模块 10，每个信号隔离放大电路对应一个功率开关管，智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上的驱动功率不够时，再连接一个变压器副边驱动电路的共用电源隔离模块，该变压器副边驱动电路的共用电源隔离模块为变压器副边的多个功率开关管共用。

[0018] 如图 2 所示，以电子变压器作为能量在单体电池和电池组之间进行交换的核心，根据电子变压器的电磁隔离作用，可将均衡单元分为变压器原边电路 6 和变压器副边电路 7，电子变压器原边与一个功率开关管、一个单体电池串联构成变压器原边电路 6，电子变压器副边与另一个功率开关管、电池组串联构成变压器副边电路 7，每个功率开关管上均反向并联一个续流二极管，该续流二极管也可以由 MOSFET 的体内二极管代替。

[0019] 具体地，根据图 1 所示，单体电池数量为 N，为了直观显示电路原理将电池组中的第 n ($1 \leq n \leq N$) 个单体电池镜像地映射到电路左侧，如图 2 所示，第 n 个均衡单元由电子变压器 T(n)、功率开关管 VT(2n-1)、续流二极管 VD(2n-1)、功率开关管 VT(2n)、续流二极

管 VD(2n) 和功率开关管的保护电路组成。电子变压器 T(n) 原边绕组、VT(2n-1) 和单体电池 cell(n) 组成串联回路,VD(2n-1) 与 VT(2n-1) 并联,与变压器原边绕组相连的电路称为变压器原边电路;电子变压器 T(n) 副边绕组、VT(2n) 和电池组组成串联回路,VD(2n) 与 VT(2n) 并联,与变压器副边绕组相连的电路称为变压器副边电路。各个均衡单元串联后再与电池组并联。

[0020] 如图 3 所示,每个变压器原边电路 6 的功率开关管的地与单体电池的负极相连,即各个变压器原边电路的功率开关管的地均独立,每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个信号隔离电路和信号功率放大电路,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离,如果驱动功率不够必须加隔离电源,此时每个均衡单元的变压器原边电路均连接一个电源隔离模块。

[0021] 每个均衡单元的变压器副边电路 7 均并联连接,电路的一端与电池组的正极连接,另一端与电池组的负极连接,即各个均衡单元的变压器副边电路的功率开关管的地都为电池组的负极。此时,变压器副边电路的功率开关管的驱动有两种方式:

1) 采用非隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地直接相连,智能控制模块的控制信号直接经过信号放大电路施加到变压器副边电路的功率开关管上(如图 4 所示);

2) 采用隔离方式:电池组的地与智能控制模块的地不连接,智能控制模块的控制信号经过信号隔离放大电路后施加到变压器副边电路的功率开关管上,隔离方式采用光电隔离或电磁隔离,当驱动功率不够时,需要连接一个变压器副边驱动电路的共用电源隔离模块(如图 5 所示)。

[0022] 由于功率开关管串联在感性电路中,因此每个均衡单元中的变压器原边电路和变压器副边电路均要设置保护电路,保护电路包括过压保护电路、过流保护电路和过温保护电路,其中过压保护电路与功率开关管并联,过流保护电路与功率开关管串联。

[0023] 均衡模块的特点是以电子变压器作为单体电池与电池组之间进行能量交换的核心。当均衡单元的变压器原边电路的功率开关管被驱动时,就对与之串联的单体电池放电,放出的能量回馈到整个电池组;当均衡单元的变压器副边电路的功率开关管被驱动时,变压器就对与此均衡单元连接的变压器原边电路的单体电池充电,充电能量来源于电池组。此均衡模块能同时对多个单体电池进行充(补)电或放电,均衡效率高;通过控制 PWM 的占空比可以控制均衡电流的大小,控制灵活。

[0024] 具体的均衡原理如图 2 所示,当第 n 个单体电池的电压过高时,经过采样模块的采样和智能控制模块的计算后,就对与此单体电池相连接的均衡单元的电子变压器 T(n) 原边功率开关 VT(2n-1) 施加 PWM 驱动信号,当 VT(2n-1) 的 PWM 驱动信号为高电平时 VT(2n-1) 开通,单体电池、变压器原边绕组、VT(2n-1) 形成串联电路,此时单体电池对变压器充电,电池的化学能转化为磁场能储存在变压器中;当 VT(2n-1) 的 PWM 驱动信号为低电平时储存在变压器中的磁场能通过由变压器副边绕组、电池组、VD(2n) 组成的电路对电池组充电。均衡单元按照 PWM 的周期性变化周而复始地工作,这样此单体电池的能量就被转移到整个电池组中,整组电池的荷电状态趋于平衡。

[0025] 当第 n 个单体电池的电压过低时,经过采样模块的采样和控制模块的计算后,就对与此单体电池相连接的均衡单元的电子变压器 T(n) 副边功率开关 VT(2n) 施加 PWM 驱动信号,当 VT(2n) 的 PWM 驱动信号为高电平时 VT(2n) 开通,电池组、变压器副边绕组、VT(2n) 形成串联电路,此时电池组对变压器充电,电池组的化学能转化为磁场能储存在变压器中;

当 VT(2n) 的 PWM 驱动信号为低电平时, 储存在变压器中的磁场能通过由变压器原边绕组、单体电池、VD(2n-1) 组成的电路对单体电池充电。均衡单元按照 PWM 的周期性变化周而复始地工作, 这样此电池组的能量就被转移到荷电状态低的单体电池中, 整组电池的荷电状态趋于平衡。

[0026] 各个均衡单元中电子变压器的原边绕组和副边绕组的匝数比为 1 :N, N 为电池组中单体电池个数。假设变压器原边绕组对单体电池的平均放电电流为 I_1 , 则变压器副边绕组对电池组的充电电流为 I_1/N ; 同理, 假设变压器原边绕组对单体电池的平均充电电流为 I_2 , 则变压器副边绕组对电池组的放电电流为 I_2/N 。由此可知, 各个均衡模块中与变压器原边绕组串联的单体电池可以有很大充电电流 I_1 和放电电流 I_2 , 均衡速度快。各个均衡单元之间相互独立, 可以同时多个电池进行充电均衡或放电均衡, 均衡效率高。

[0027] 当只考虑通过对单体电池进行放电实现均衡时, 变压器副边电路的功率开关管 VT(2n) 可以省掉, 只保留 VD(2n)。

[0028] 当只考虑通过对单体电池进行充电实现均衡时, 变压器原边电路的功率开关管 VT(2n-1) 可以省掉, 只保留 VD(2n-1)。

[0029] 通过控制 PWM 信号的占空比可以控制均衡电流的大小。当占空比增加时, 均衡的平均电流增加, 当占空比减小时均衡的平均电流减小。均衡电路的占空比不能高于 0.5。

[0030] 由于功率开关管串联在感性电路中, 需要加保护电路, 其中电压保护电路需要与功率开关管并联, 过流保护电路需要与功率开关管串联。还需要加过热保护电路, 保护电路可以采取多种形式。

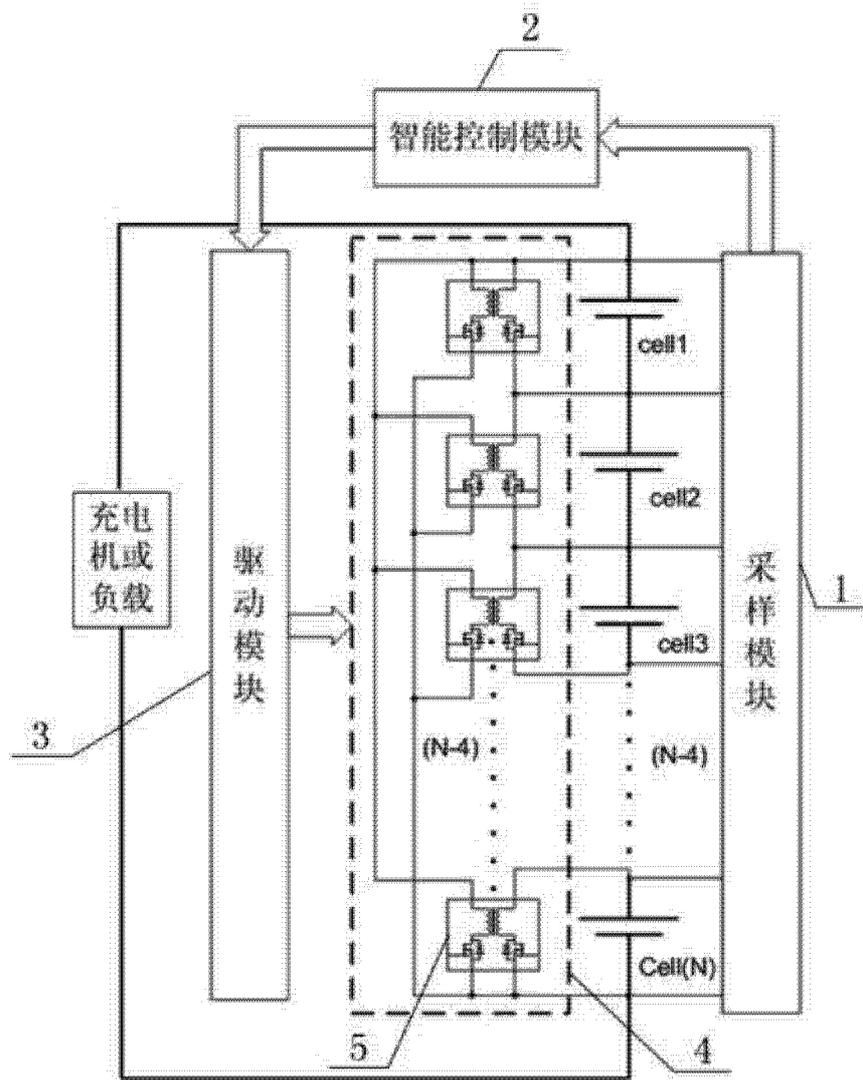


图 1

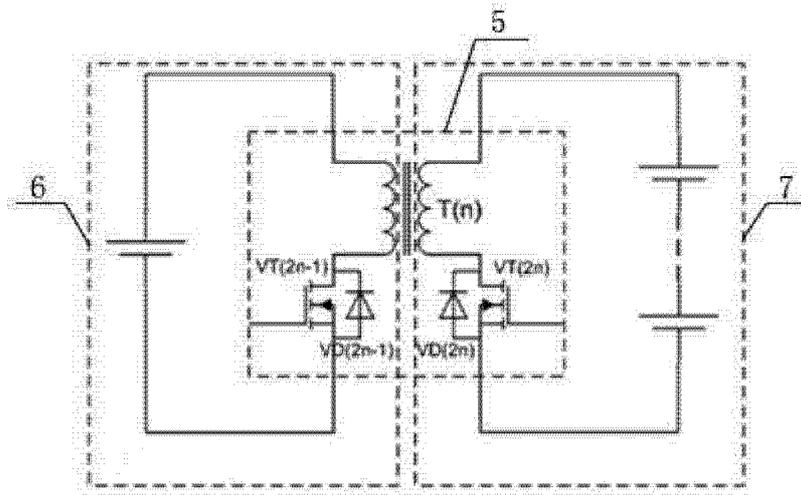


图 2

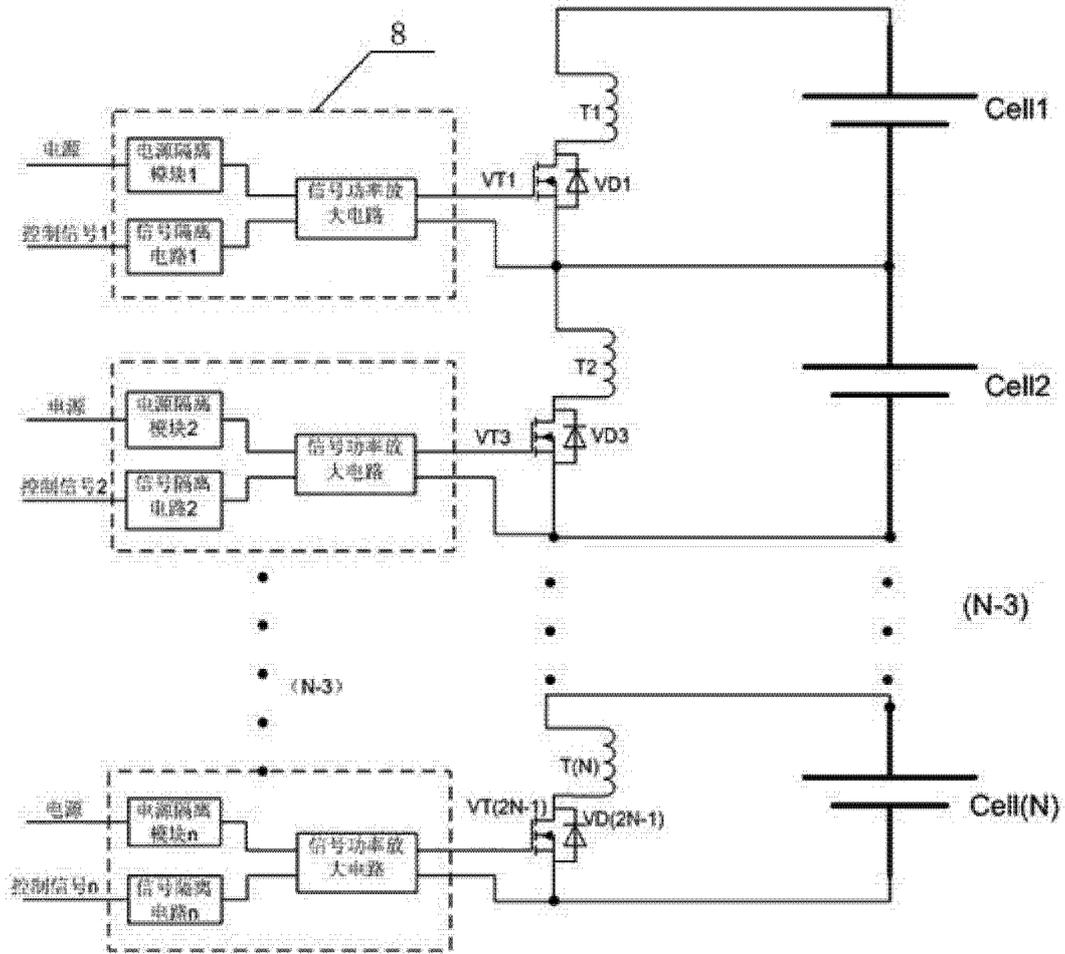


图 3

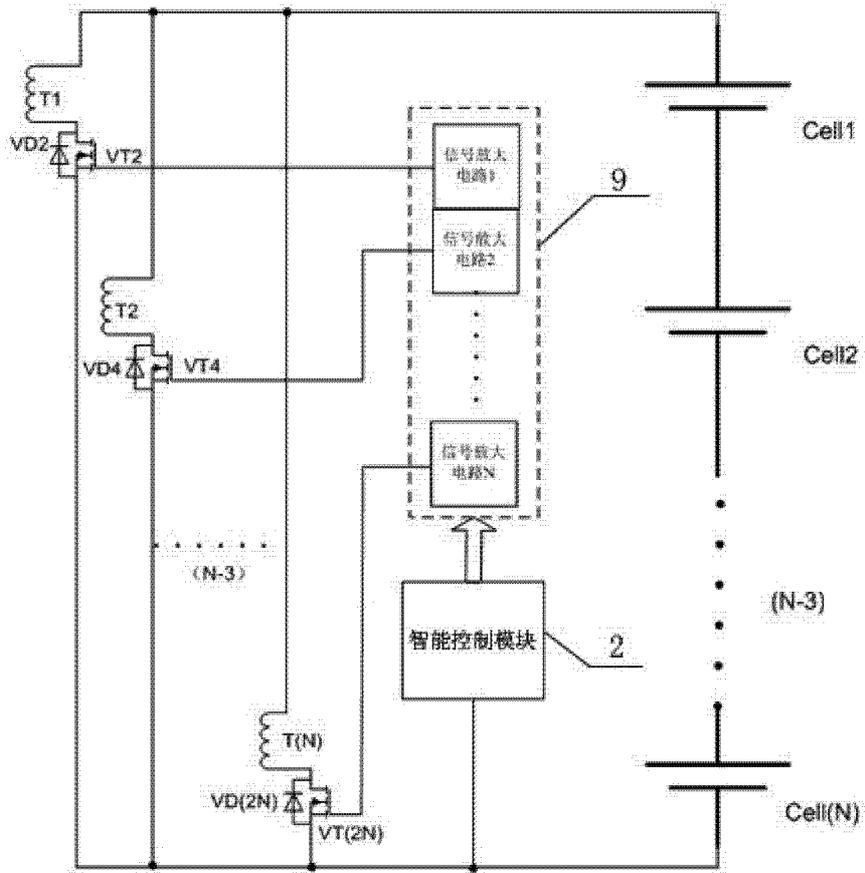


图 4

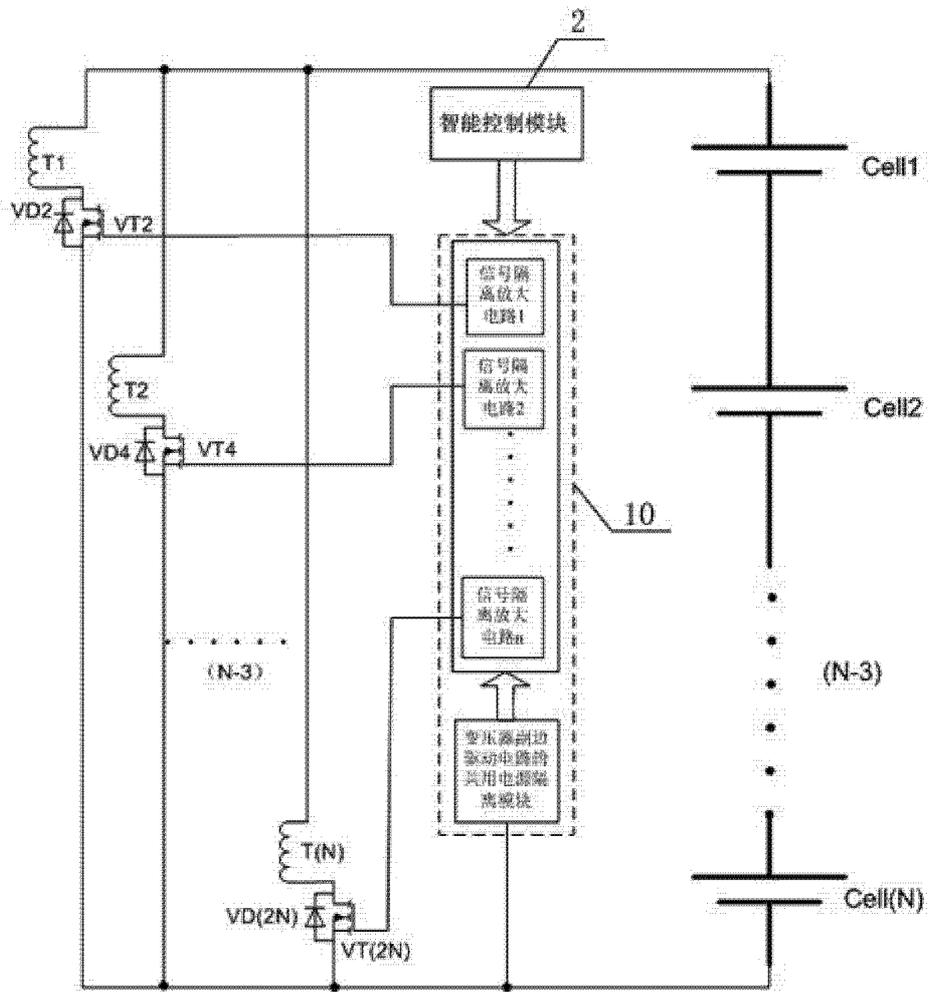


图 5