

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 1 月 21 日 (21.01.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/008253 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2014/092760

(22) 国际申请日:

2014 年 12 月 2 日 (02.12.2014)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201410338200.8 2014 年 7 月 16 日 (16.07.2014) CN

(71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 国网河南省电力公司电力科学研究院 (STATE GRID HENAN ELECTRIC POWER CORPORATION ELECTRIC POWER SCIENCE RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国河南省郑州市二七区嵩山南路 85 号, Henan 450052 (CN)。 河南恩湃高科集团有限公司 (HENAN EPRI GAOKE GROUP CO., LTD.) [CN/CN];

中国河南省郑州市高新区金梭路 19 号, Henan 450001 (CN)。

(72) 发明人: 赵光金 (ZHAO, Guangjin); 中国河南省郑州市二七区嵩山南路 85 号, Henan 450052 (CN)。 吴文龙 (WU, Wenlong); 中国河南省郑州市二七区嵩山南路 85 号, Henan 450052 (CN)。

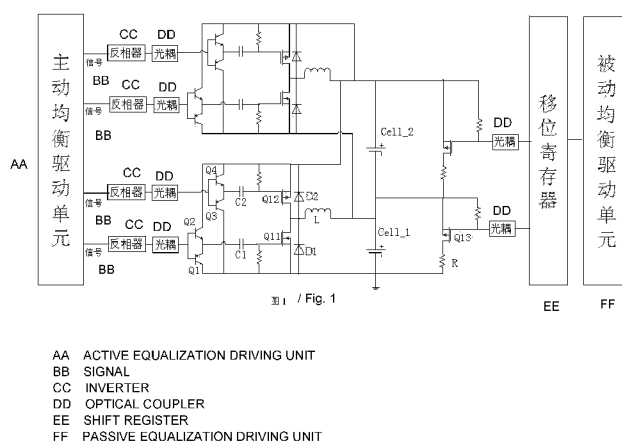
(74) 代理人: 郑州联科专利事务所 (普通合伙) (ZHENGZHOU LIANKE PATENT AGENCY (COMMON PARTNERSHIP)); 中国河南省郑州市金水区红专路 58 号, Henan 450002 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

(54) Title: ACTIVE AND PASSIVE SYNERGIC HYBRID EQUALIZATION CIRCUIT OF SERIES STORAGE BATTERY PACK AND EQUALIZATION METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路及均衡方法



AA ACTIVE EQUALIZATION DRIVING UNIT
BB SIGNAL
CC INVERTER
DD OPTICAL COUPLER
EE SHIFT REGISTER
FF PASSIVE EQUALIZATION DRIVING UNIT

(57) Abstract: An active and passive synergistic hybrid equalization circuit of a series storage battery pack. The active and passive synergistic hybrid equalization circuit comprises an active equalization circuit, a passive equalization circuit and a control chip. When the battery pack is charged, the active equalization is firstly used to perform the first stage energy movement on a battery in a constant current charging stage; when the voltage of the battery is approximate to an overvoltage point, the charging current of the battery is decreased, the charging process is gradually switched into a constant voltage charging process, at this time, the active equalization is closed, the passive equalization is started, and the second stage energy movement is performed at the end of the charging process; on one hand, an influence of the active equalization on battery voltage sampling can be eliminated and interference generated by energy storage elements such as an inductor at a high-frequency switching signal can be eliminated; meanwhile, a charging overvoltage threshold can be controlled more precisely; and therefore, the capacities of the batteries can be kept consistent more precisely. The active and passive synergistic hybrid equalization method and the equalization circuit make full use of the advantage of a single equalization mode, make up the deficiency of the single equalization mode, and achieve equalization efficiency optimization.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/008253 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路, 主动被动协同混合均衡电路包括主动均衡电路、被动均衡电路和控制芯片。在电池组充电时, 在恒流充电阶段先使用主动均衡对电池进行第一阶段能量搬移, 在电池电压接近过压点时, 电池充电电流减小, 逐渐转入恒压充电过程, 此时关闭主动均衡, 启用被动均衡, 在充电末端进行第二阶段能量搬移, 一方面可以消除主动均衡对电池电压采样造成的影响, 消除电感等储能元件在高频开关信号下产生的干扰, 同时可以更精确的控制充电过压门限, 从而使电池的容量更精准的保持一致。主动被动协同混合均衡方法及均衡电路, 充分利用了单一均衡方式的优点, 弥补了单一均衡方式的不足, 实现了均衡效率的最优化。

串联蓄电池组的主动

被动协同混合均衡电路及均衡方法

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及动力电池管理技术领域，尤其涉及一种串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路及均衡方法。

[3] 背景技术

[4] 锂离子电池组由多个电池单体串联而成。在日常的循环使用过程中，对电池组的充电和放电会逐渐导致电池单体之间出现不均衡现象，电池性能和一致性下降，表现为单体电池间电压呈现差异，当一组串联的电池单体中有一个或多个电池单体的充电速度比其他电池单体更快或更慢，也就是出现了不均衡现象。

[5] 现有电池管理系统的均衡方法基本采用单一的均衡方法，要么单一采用主动均衡方式，要么单一采用被动均衡方式。然而，这两种均衡方式都存在缺陷：

[6] 被动均衡只能做充电均衡；同时，在充电均衡过程中，多余的能量是作为热量释放掉的，使得整个系统的效率低、功耗高。有些场合为限制功耗，电路一般只允许以100mA左右的小电流放电，从而导致充电平衡耗时可高达几小时。

[7] 主动均衡硬件电路复杂，制作成本较高，且需要一套复杂的软件算法才能实现。在使用电感均衡的过程中，由于电池组典型的电压因受到电感感性元件的影响，将对电芯电压产生波动或干扰，因此对电芯电压的采集要求极高；主动均衡虽然均衡电流大，可以达到1A，甚至平均值可达到5A，但是均衡误差大，尤其是电池组进入恒压充电阶段，各电池单元电压很接近的时候，主动均衡的效果较差、均衡效率较低，不利于细化管理。

[8] 发明内容

[9] 本发明采用下述技术方案：

[10] 一种串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路，所述的主动被动协同混合均衡电路包括主动均衡电路、被动均衡电路和控制芯片；

[11] 所述的主动均衡电路包含主动均衡驱动单元和多组用于控制相邻两个电池相互

间充电的子主动均衡电路；每组子主动均衡电路均包括两个功率放大驱动电路和两个mos管，每组子主动均衡电路中的第一功率放大驱动电路的输出端连接第一mos管的栅极，第一mos管采用N沟道mos管；每组子主动均衡电路中的第二功率放大驱动电路的输出端连接第二mos管的栅极，第二mos管采用P沟道mos管；第一mos管的源极连接所控制的相邻两个电池中的第一电池的负极，第一mos管的漏极连接第二mos管的源极，第二mos管的漏极连接所控制的相邻两个电池中的第二电池的正极，电感的第一端连接第一mos管的漏极，电感的第二端连接相邻两个电池中的第一电池的正极，第一mos管的源极和漏极间并联有第一二极管，第一二极管的正极连接第一mos管的源极；第二mos管的源极和漏极间并联有第二二极管，第二二极管的正极连接第二mos管的源极；控制芯片的信号输出端连接主动均衡驱动单元的信号输入端，主动均衡驱动单元的信号输出端分别连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端；

[12] 所述的被动均衡电路包括被动均衡驱动单元、移位寄存器和多组用于控制每一个电池放电的子被动均衡电路；每组子被动均衡电路均包括与所控制的电池串联的第三mos管和耗能电阻；控制芯片的信号输出端连接被动均衡驱动单元的信号输入端，被动均衡驱动单元的信号输出端连接移位寄存器的信号输入端，移位寄存器的信号输出端分别连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。

[13] 所述的第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路均采用互补对称放大驱动电路，第一功率放大驱动电路包括第一三极管和第二三极管，第一三极管采用PNP型三极管，第二三极管采用NPN型三极管，第一三极管的基极和第二三极管的基极连接，第一三极管的集电极连接第二三极管的发射极，第一三极管的基极和第二三极管的基极共同通过第一电容连接第一mos管的栅极，第一三极管的发射极连接第一二极管的正极，第二三极管的集电极连接第二二极管的负极；第二功率放大驱动电路包括第三三极管和第四三极管，第三三极管采用PNP型三极管，第四三极管采用NPN型三极管，第三三极管的基极和第四三极管的基极连接，第三三极管的集电极连接第四三极管的发射极，第三三极管的基极和第四三极管的基极共同通过第二电容连接第二mos管的栅极，第三三极管的发射

极连接第一二极管的正极，第四三极管的集电极连接第二二极管的负极。

- [14] 所述的主动均衡驱动单元的信号输出端分别通过反相器和光耦对应连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端；移位寄存器的信号输出端分别通过光耦对应连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。
- [15] 利用所述串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，包括以下步骤：
- [16] A：控制芯片通过电流检测设备检测串联电池组中的电流值，并与涓流充电电流门限值和涓流放电电流门限值进行比较，判断电池组处于放电阶段或是充电阶段，若测量到的电流值高于涓流放电电流门限值，则判断处于放电阶段，进入步骤B；若测量到的电流值高于涓流充电电流门限值，则判断处于充电阶段，进入步骤C；
- [17] B：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在放电过程中是否出现不均衡状态；若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较低状况，则控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电压较高的电池对电压较低的电池进行充电，直至整个电池组放电至欠压状态；
- [18] C：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在充电过程中是否出现不均衡状态，若电池组在恒流充电阶段发生不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较低状况，则进入步骤D；若电池组处于恒压充电阶段且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较高状况，则进入步骤E；
- [19] D：控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电压较高的电池对电压较低的电池进行充电，直至电压较低的电池电压达到过压点；
- [20] E：控制芯片控制被动均衡电路工作实现被动均衡，利用与电压较高的电池连接的子被动均衡电路对电压较高的电池进行放电，直至电压较高的电池电压与

电池组中其他电池电压一致。

[21] 所述的步骤B中，当电池组在放电过程中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在放电过程中发生不均衡状态；所述的步骤C中，当电池组在恒流充电阶段中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在恒流充电阶段中发生不均衡状态。

[22] 所述的步骤B和步骤C中，若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较低状况，则控制模块首先控制与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的电压较高的电池相对应的mos管在第一组离散时间间隙内导通，使电压较高电池向子主动均衡电路内的电感储能；然后控制模块控制与电压较低的电池对应的mos管在第二组离散时间间隙内导通，使电感向电压较低的电池充电；第一组离散时间间隙和第二组离散时间间隙互不重叠。

[23] 所述的步骤C中，当电池组处于恒压充电阶段，若某一块电池的电压高于预设单块电池电压门限值时，判断电池组恒压充电阶段发生不均衡状态。

[24] 所述的步骤C中，若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较高状况时，控制模块控制与电压较高的电池连接的子被动均衡电路中的mos管导通，利用与过压电池串联的耗能电阻进行放电。

[25] 本发明在电池组充电时，在恒流充电阶段先使用主动均衡对电池进行第一阶段能量搬移，在电池电压接近过压点时，电池充电电流减小，逐渐转入恒压充电过程，此时关闭主动均衡，启用被动均衡，在充电末端进行第二阶段能量搬移，一方面可以消除主动均衡对电池电压采样造成的影响，消除电感等储能元件在高频开关信号下产生的干扰，同时可以更精确的控制充电过压门限，从而使电池的容量更精准的保持一致。本发明提供的主动被动协同混合均衡方法及均衡电路，充分利用了单一均衡方式的优点，弥补了单一均衡方式的不足，实现了均衡效率的最优化。

[26] 附图说明

[27] 图1为本发明所述串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的电路原理示意图。

[28] 具体实施方式

[29] 本发明所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路，用于控制由多组电池串联组成的电池组，所述的主动被动协同混合均衡电路包括主动均衡电路、被动均衡电路和控制芯片；

[30] 所述的主动均衡电路包含主动均衡驱动单元和多组用于控制相邻两个电池相互间充电的子主动均衡电路；每组子主动均衡电路结构相同，可成阵列排列，分别控制相邻两个电池相互间充电。例如针对由 $N+1$ 块电池串联形成的电池组，可设置 N 组子主动均衡电路进行控制，用于控制第一电池和第二电池相互间充电的第一子主动均衡电路、用于控制第二电池和第三电池相互间充电的第二子主动均衡电路，以此类推，以及用于控制第 N 电池和第 $N+1$ 电池相互间充电的第 N 子主动均衡电路。

[31] 每组子主动均衡电路均包括两个功率放大驱动电路和两个mos管，每组子主动均衡电路中的第一功率放大驱动电路的输出端连接第一mos管的栅极，第一mos管采用N沟道mos管；每组子主动均衡电路中的第二功率放大驱动电路的输出端连接第二mos管的栅极，第二mos管采用P沟道mos管；第一mos管的源极连接所控制的相邻两个电池中的第一电池的负极，第一mos管的漏极连接第二mos管的源极，第二mos管的漏极连接所控制的相邻两个电池中的第二电池的正极，电感的第一端连接第一mos管的漏极，电感的第二端连接相邻两个电池中的第一电池的正极，第一mos管的源极和漏极间并联有第一二极管，第一二极管的正极连接第一mos管的源极；第二mos管的源极和漏极间并联有第二二极管，第二二极管的正极连接第二mos管的源极；控制芯片的信号输出端连接主动均衡驱动单元的信号输入端，主动均衡驱动单元的信号输出端分别连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端。本实施例中，主动均衡驱动单元的信号输出端分别通过反相器和光耦对应连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端。第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路均采用互补对称放大驱动电路，第一功率放大驱动电路包括第一三极管和第二三极管，第一三极管采用PNP型三极管，第二三极管采用NPN型三极管，第一三极管的基极和第二三极管的基极连接，第一

三极管的集电极连接第二三极管的发射极，第一三极管的基极和第二三极管的基极共同通过第一电容连接第一mos管的栅极，第一三极管的发射极连接第一二极管的正极，第二三极管的集电极连接第二二极管的负极；第二功率放大驱动电路包括第三三极管和第四三极管，第三三极管采用PNP型三极管，第四三极管采用NPN型三极管，第三三极管的基极和第四三极管的基极连接，第三三极管的集电极连接第四三极管的发射极，第三三极管的基极和第四三极管的基极共同通过第二电容连接第二mos管的栅极，第三三极管的发射极连接第一二极管的正极，第四三极管的集电极连接第二二极管的负极。

[32] 所述的被动均衡电路包括被动均衡驱动单元、移位寄存器和多组用于控制每一个电池放电的子被动均衡电路；每组子被动均衡电路均包括与所控制的电池串联的第三mos管和耗能电阻；控制芯片的信号输出端连接被动均衡驱动单元的信号输入端，被动均衡驱动单元的信号输出端连接移位寄存器的信号输入端，移位寄存器的信号输出端分别连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。本实施例中，移位寄存器的信号输出端分别通过光耦对应连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。

[33] 以下结合图1对本发明所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的工作原理进行详细说明：

[34] 图1中画出了两组子主动均衡电路，分别为控制第一电池cell_1和第二电池cell_2间相互充电的第一子主动均衡电路，以及控制第二电池cell_2和第三电池cell_3间相互充电的第二子主动均衡电路。在此以第一子主动均衡电路控制第一电池cell_1和第二电池cell_2间实现主动均衡为例。

[35] 第一子主动均衡电路中包括两个功率放大驱动电路和两个mos管，第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路均采用互补对称放大驱动电路。第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路用于PWM驱动信号进行反向处理并进行光耦隔离，以实现了弱电低压控制高压浮地DC/DC的双重隔离的效果，大大提高了第一子均衡电路在大电流均衡时的高效性，可靠性以及稳定性。由于在均衡过程中要考虑到均衡效率的问题，以及高压隔离的问题，互补对称放大驱动电路能够将PWM信号的上升和下降斜率做的非常好，从而提高了均衡电源的效

率。

- [36] 第一功率放大驱动电路包括第一三极管Q1和第二三极管Q2，第一三极管Q1采用PNP型三极管，第二三极管Q2采用NPN型三极管，第一三极管Q1的基极和第二三极管Q2的基极连接，第一三极管Q1的集电极连接第二三极管Q2的发射极，第一三极管Q1的基极和第二三极管Q2的基极共同通过第一电容C1连接第一mos管Q11的栅极，第一三极管Q1的发射极连接第一二极管D1的正极，第二三极管Q2的集电极连接第二二极管D2的负极；第一mos管Q11采用N沟道mos管。
- [37] 第二功率放大驱动电路包括第三三极管Q3和第四三极管Q4，第三三极管Q3采用PNP型三极管，第四三极管Q4采用NPN型三极管，第三三极管Q3的基极和第四三极管Q4的基极连接，第三三极管Q3的集电极连接第四三极管Q4的发射极，第三三极管Q3的基极和第四三极管Q4的基极共同通过第二电容C2连接第二mos管Q12的栅极，第三三极管Q3的发射极连接第一二极管D1的正极，第四三极管Q4的集电极连接第二二极管D2的负极。第二功率放大驱动电路的输出端连接第二mos管Q12的栅极，第二mos管Q12采用P沟道mos管；
- [38] 第一mos管Q11的源极连接所控制的相邻两个电池中的第一电池cell_1的负极，第一mos管Q11的漏极连接第二mos管Q12的源极，第二mos管Q12的漏极连接所控制的相邻两个电池中的第二电池cell_2的正极，电感L的第一端连接第一mos管Q11的漏极，电感L的第二端连接相邻两个电池中的第一电池cell_1的正极，第一mos管Q11的源极和漏极间并联有第一二极管D1，第一二极管D1的正极连接第一mos管Q11的源极；第二mos管Q12的源极和漏极间并联有第二二极管D2，第二二极管D2的正极连接第二mos管Q12的源极；主动均衡驱动单元的信号输出端连接第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端。
- [39] 若同处于第一子主动均衡电路内的第一电池cell_1与第二电池cell_2的电压差高于预设电压差门限值时，则控制芯片判断电池组在放电过程中发生不平衡状态。当第一电池cell_1电压相对于第二电池cell_2较低时，控制芯片通过主动均衡驱动单元输出的PWM驱动信号经过反相器和光耦后，利用第二功率放大驱动电路中的第三三极管Q3和第四三极管Q4进行功率驱动，然后经第二电容C2隔离后输出至第二mos管Q12的栅极；当输出至第二mos管Q12栅极的PWM驱动信号为低

电平时，第二mos管Q12导通；此时第二电池cell_2通过第二mos管Q12向电感L充电，将第二电池cell_2的能量转移到电感L；当输出至第二mos管Q12栅极的PWM驱动信号为高电平时，第二mos管Q12截止，由于电感L、第一电池cell_1和第一二极管D1形成导通回路，起到续流作用的第一二极管D1继续维持电感L的电流，将电感L的能量转移到第一电池cell_1。由于PWM驱动信号的不断循环，即可通过电感L实现第二电池cell_2的能量向第一电池cell_1不断地转移。

- [40] 若同处于第一子主动均衡电路内的第一电池cell_1与第二电池cell_2的电压差高于预设电压差门限值时，则控制芯片判断电池组在放电过程中发生不均衡状态。当第二电池cell_2电压相对于第一电池cell_1较低时，控制芯片通过主动均衡驱动单元输出的PWM驱动信号经过反相器和光耦后，利用第一功率放大驱动电路中的第一三极管Q1和第二三极管Q2进行功率驱动，然后经第一电容C1隔离后输出至第一mos管Q11的栅极；当输出至第一mos管Q11栅极的PWM驱动信号为高电平时，第一mos管Q11导通；此时第一电池cell_1通过第一mos管Q11向电感L充电，将第一电池cell_1的能量转移到电感L；当输出至第一mos管Q11栅极的PWM驱动信号为低电平时，第一mos管Q11截止，由于电感L、第二电池cell_2和第二二极管D2形成导通回路，起到续流作用的第二二极管D2继续维持电感L的电流，将电感L的能量转移到第二电池cell_2。由于PWM驱动信号的不断循环，即可通过电感L实现第一电池cell_1的能量向第二电池cell_2不断地转移。

- [41] 图1中还画出了两组子被动均衡电路，分别为控制第一电池cell_1进行被动放电的第一子被动均衡电路，以及控制第二电池cell_2进行被动放电的第二子被动均衡电路。在此以第一子主动均衡电路控制第一电池cell_1被动放电为例。

- [42] 控制芯片通过被动均衡驱动单元和移位寄存器输出的电平信号经过光耦隔离后输出至第三mos管Q13的栅极，当输出至第三mos管Q13栅极的电平信号为低电平时，第三mos管Q13导通，此时第一电池cell_1、第三三极管Q3和耗能电阻R形成导通回路，耗能电阻R工作，第一电池cell_1开始被泄放电流，消耗掉多余的能量；当输出至第三mos管Q13栅极的电平信号为高电平时，第三mos管Q13截止，第一电池cell_1停止泄放能量。第三mos管Q13采用P沟道mos管。

- [43] 本申请中，由于单体电池的电压在1.4V以上，能够保证P沟道mos管和N沟道mo

s管的正常导通与截止。

- [44] 本发明所述串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，包括以下步骤：
- [45] A：控制芯片通过电流检测设备检测串联电池组中的电流值，并与涓流充电电流门限值和涓流放电电流门限值进行比较，判断电池组处于放电阶段或是充电阶段，若测量到的电流值高于涓流放电电流门限值，则判断处于放电阶段，进入步骤B；若测量到的电流值高于涓流充电电流门限值，则判断处于充电阶段，进入步骤C；
- [46] B：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在放电过程中是否出现不均衡状态，若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较低的状况，则控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电池对电压较低的电池进行充电，直至整个电池组放电至欠压状态；
- [47] 当电池组在放电过程中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在放电过程中发生不均衡状态；
- [48] 实现主动均衡的步骤为：控制模块首先控制与电压较低的处于同一子主动均衡电路内的电压较高电池相对应的mos管在第一组离散时间间隙内导通，使电压较高电池向子主动均衡电路内的电感储能；然后控制模块控制与欠压电池对应的mos管在第二组离散时间间隙内导通，使电感向欠压电池充电；第一组离散时间间隙和第二组离散时间间隙互不重叠。第一组离散时间间隙和第二组离散时间间隙指在PWM调制控制模式下同一个周期内开关管导通和截止的时间，属于本领域的常规技术，在此不再赘述。
- [49] C：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在充电过程中是否出现不均衡状态，若电池组在恒流充电阶段发生不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较低状况，则进入步骤D；若电池组处于恒压充电阶段且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较高状况，则进入步骤E；恒流充

电阶段和恒压充电阶段可通过恒流充电过程中的电压是否大于充电终止电压进行区分判断，属于本领域的常规技术，在此不再赘述。

[50] 当电池组在恒流充电阶段中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在恒流充电阶段中发生不均衡状态；

[51] 当电池组处于恒压充电阶段，若某一块电池的电压高于预设单块电池电压门限值时，判断电池组恒压充电阶段发生不均衡状态。

[52] D：控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电池对电压较低的电池进行充电，直至电压较低的电池电压达到过压点；过压点是指主动均衡电路内的两块电池的电压差低于预设电压差门限值为止的那个点，属于本领域的常规技术，在此不再赘述。

[53] 实现主动均衡的步骤为：控制模块首先控制与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的电压较高电池相对应的mos管在第一组离散时间间隙内导通，使电压较高电池向子主动均衡电路内的电感储能；然后控制模块控制与欠压电池对应的mos管在第二组离散时间间隙内导通，使电感向欠压电池充电；第一组离散时间间隙和第二组离散时间间隙互不重叠。

[54] E：控制芯片控制被动均衡电路工作实现被动均衡，利用与电压较高的电池连接的子被动均衡电路对电压较高的电池进行放电，直至电压较高的电池电压与电池组中其他电池电压一致；

[55] 实现被动均衡的步骤为：控制模块控制与电压较高的电池连接的子被动均衡电路中的mos管导通，利用与电压较高的电池串联的耗能电阻进行放电。

[56] 本发明中，利用控制芯片判断电池组处于放电阶段或是充电阶段、判断电池组在充电和放电过程中是否出现不均衡状态，都属于成熟的现有技术，在此不再赘述。

[57] 本发明在电池组放电时启动主动均衡，关闭被动均衡。这样一方面可以减少电池组均衡时的能量损耗，将最多的电流输出到负载端；另一方面，由于主动均衡的均衡电流较大，可以在相对短的时间内对电压较低的电池进行补电，尽可

能长时间的增加续航能力。当电池组放电至欠压时，主动均衡结束。

- [58] 本发明在电池组充电时，在恒流充电阶段先使用主动均衡对电池进行第一阶段能量搬移，在电池电压接近过压点时，电池充电电流减小，逐渐转入恒压充电过程，此时关闭主动均衡，启用被动均衡，在充电末端进行第二阶段能量搬移，一方面可以消除主动均衡对电池电压采样造成的影响，消除电感等储能元件在高频开关信号下产生的干扰，同时可以更精确的控制充电过压门限，从而使电池的容量更精准的保持一致。本发明提供的主动被动协同混合均衡方法及均衡电路，充分利用了单一均衡方式的优点，弥补了单一均衡方式的不足，实现了均衡效率的最优化。

权利要求书

[权利要求 1]

串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路，其特征在于：所述的主动被动协同混合均衡电路包括主动均衡电路、被动均衡电路和控制芯片；

所述的主动均衡电路包含主动均衡驱动单元和多组用于控制相邻两个电池相互间充电的子主动均衡电路；每组子主动均衡电路均包括两个功率放大驱动电路和两个mos管，每组子主动均衡电路中的第一功率放大驱动电路的输出端连接第一mos管的栅极，第一mos管采用N沟道mos管；每组子主动均衡电路中的第二功率放大驱动电路的输出端连接第二mos管的栅极，第二mos管采用P沟道mos管；第一mos管的源极连接所控制的相邻两个电池中的第一电池的负极，第一mos管的漏极连接第二mos管的源极，第二mos管的漏极连接所控制的相邻两个电池中的第二电池的正极，电感的第一端连接第一mos管的漏极，电感的第二端连接相邻两个电池中的第一电池的正极，第一mos管的源极和漏极间并联有第一二极管，第一二极管的正极连接第一mos管的源极；第二mos管的源极和漏极间并联有第二二极管，第二二极管的正极连接第二mos管的源极；控制芯片的信号输出端连接主动均衡驱动单元的信号输入端，主动均衡驱动单元的信号输出端分别连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端；

所述的被动均衡电路包括被动均衡驱动单元、移位寄存器和多组用于控制每一个电池放电的子被动均衡电路；每组子被动均衡电路均包括与所控制的电池串联的第三mos管和耗能电阻；控制芯片的信号输出端连接被动均衡驱动单元的信号输入端，被动均衡驱动单元的信号输出端连接移位寄存器的信号输入端，移位寄存器的信号输出端分别连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路，其特征在于：所述的第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱

动电路均采用互补对称放大驱动电路，第一功率放大驱动电路包括第一三极管和第二三极管，第一三极管采用PNP型三极管，第二三极管采用NPN型三极管，第一三极管的基极和第二三极管的基极连接，第一三极管的集电极连接第二三极管的发射极，第一三极管的基极和第二三极管的基极共同通过第一电容连接第一mos管的栅极，第一三极管的发射极连接第一二极管的正极，第二三极管的集电极连接第二二极管的负极；第二功率放大驱动电路包括第三三极管和第四三极管，第三三极管采用PNP型三极管，第四三极管采用NPN型三极管，第三三极管的基极和第四三极管的基极连接，第三三极管的集电极连接第四三极管的发射极，第三三极管的基极和第四三极管的基极共同通过第二电容连接第二mos管的栅极，第三三极管的发射极连接第一二极管的正极，第四三极管的集电极连接第二二极管的负极。

[权利要求 3] 根据权利要求2所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路，其特征在于：所述的主动均衡驱动单元的信号输出端分别通过反相器和光耦对应连接每组子主动均衡电路中第一功率放大驱动电路和第二功率放大驱动电路的输入端；移位寄存器的信号输出端分别通过光耦对应连接每组子被动均衡电路中第三mos管的栅极。

[权利要求 4] 利用权利要求1所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，其特征在于：包括以下步骤：
A：控制芯片通过电流检测设备检测串联电池组中的电流值，并与涓流充电电流门限值和涓流放电电流门限值进行比较，判断电池组处于放电阶段或是充电阶段，若测量到的电流值高于涓流放电电流门限值，则判断处于放电阶段，进入步骤B；若测量到的电流值高于涓流充电电流门限值，则判断处于充电阶段，进入步骤C；
B：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在放电过程中是否

出现不均衡状态；若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较低状况，则控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电压较高的电池对电压较低的电池进行充电，直至整个电池组放电至欠压状态；

C：控制芯片通过计算处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差是否高于预设电压差门限值，判断电池组在充电过程中是否出现不均衡状态，若电池组在恒流充电阶段发生不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较低状况，则进入步骤D；若电池组处于恒压充电阶段且控制芯片判断出某一块电池在恒流充电过程中出现电压较高状况，则进入步骤E；

D：控制芯片控制主动均衡电路工作实现主动均衡，利用与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的另一块电压较高的电池对电压较低的电池进行充电，直至电压较低的电池电压达到过压点；

E：控制芯片控制被动均衡电路工作实现被动均衡，利用与电压较高的电池连接的子被动均衡电路对电压较高的电池进行放电，直至电压较高的电池电压与电池组中其他电池电压一致。

[权利要求 5]

根据权利要求4所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，其特征在于：所述的步骤B中，当电池组在放电过程中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在放电过程中发生不均衡状态；所述的步骤C中，当电池组在恒流充电阶段中，若处于同一子主动均衡电路内的两块电池的电压差高于预设电压差门限值时，则判断电池组在恒流充电阶段中发生不均衡状态。

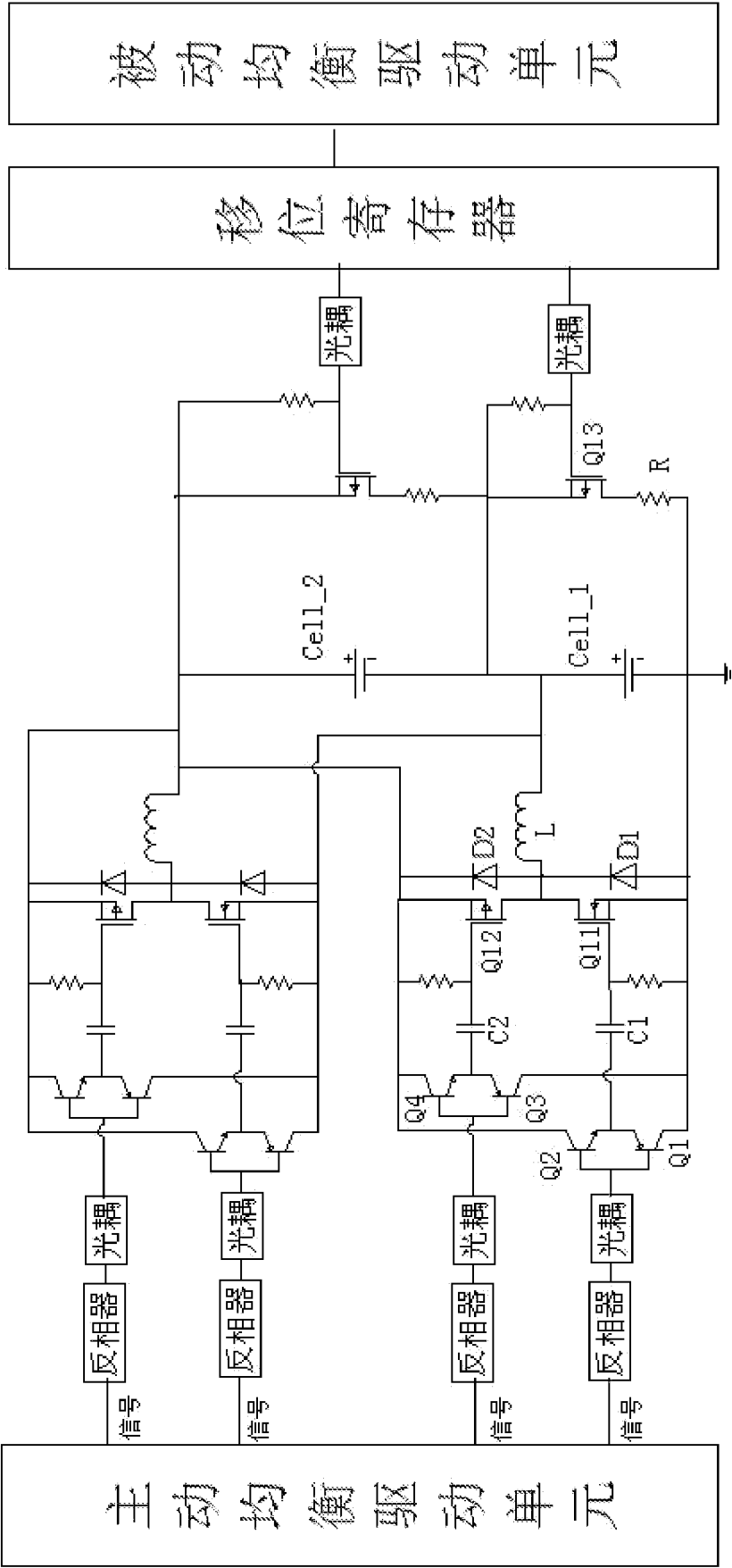
[权利要求 6]

根据权利要求5所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，其特征在于：所述的步骤B和步骤C中，若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电

压较低状况，则控制模块首先控制与电压较低的电池处于同一子主动均衡电路内的电压较高的电池相对应的mos管在第一组离散时间间隙内导通，使电压较高电池向子主动均衡电路内的电感储能；然后控制模块控制与电压较低的电池对应的mos管在第二组离散时间间隙内导通，使电感向电压较低的电池充电；第一组离散时间间隙和第二组离散时间间隙互不重叠。

[权利要求 7] 根据权利要求4、5或6所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，其特征在于：所述的步骤C中，当电池组处于恒压充电阶段，若某一块电池的电压高于预设单块电池电压门限值时，判断电池组恒压充电阶段发生不均衡状态。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路的均衡方法，其特征在于：所述的步骤C中，若电池组出现不均衡状态且控制芯片判断出某一块电池在放电过程中出现电压较高状况时，控制模块控制与电压较高的电池连接的子被动均衡电路中的mos管导通，利用与过压电池串联的耗能电阻进行放电。



【图号】 图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/092760

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J 7; H01M 10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, DWPI: equali+, balanc+, average, mix+, charg+, discharg+, inductance?, resistance?, activ+, passiv+, cell?, batter+, accumulator?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 203942320 U (STATE GRID CORP CHINA, ELECTRIC POWER RES INST OF STATE GRID HENAN ELECTRIC POWER CO, HENAN ENPAI HI TECH GROUP CO LTD) 12 November 2014 (12.11.2014) claims 1-3	1-3
PX	CN 104135047 A (STATE GRID CORP CHINA, ELECTRIC POWER RES INST OF STATE GRID HENAN ELECTRIC POWER CO, HENAN ENPAI HI TECH GROUP CO LTD) 05 November 2014 (05.11.2014) the whole document	1-8
Y	CN 102074991 A (QIMING INFORMATION TECHNOLOGY CO LTD CHA) 25 May 2011 (25.05.2011) see description, paragraph [0003] to paragraph [0025] and figures 1 and 2	1-3
Y	CN 103580247 A (JILIN GAOXIN ELECTRICAL AUTOMOBILES CO) 12 February 2014 (12.02.2014) see description, paragraph [0021] to paragraph [0022] and figures 1-3c	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 April 2015	Date of mailing of the international search report 13 April 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Lu Telephone No. (86-10) 62089116

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/092760

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102324764 A (ZHANG, Wenya) 18 January 2012 (18.01.2012) see description, paragraph [0002] to paragraph [0015] and figures 1-4	1-3
Y	CN 101471577 A (BYD CO LTD) 01 July 2009 (01.07.2009) see description, page 1, the 2 nd paragraph to page 4, the 6 th paragraph and figures 1 and 3	1-3
A	CN 102074991 A (QIMING INFORMATION TECHNOLOGY CO LTD CHA) 25 May 2011 (25.05.2011) see description, paragraph [0003] to paragraph [0025] and figures 1 and 2	4-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/092760

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203942320 U	12 November 2014	None	
CN 104135047 A	05 November 2014	None	
CN 102074991 A	25 May 2011	CN 102074991 B	09 January 2013
CN 103580247 A	12 February 2014	None	
CN 102324764 A	18 January 2012	CN 102324764 B	16 October 2013
CN 101471577 A	01 July 2009	US 8228032 B2	24 July 2012
		CN 101471577 B	15 June 2011
		US 2009167247 A1	02 July 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/092760

A. 主题的分类

H02J 7/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02J7; H01M10

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, DWPI:均衡, 平衡, 混合 S 均衡, 充电, 放电, 电阻, 电感, 电池, 主动, 被动, equali+, balanc+, average, max+, charg+, discharg+, inductance?, resistance?, activ+, passiv+, cell?, batter+, accumulator

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 203942320 U (国家电网公司 国网河南省电力公司电力科学研究院 河南恩湃高科集团有限公司) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 权利要求1-3	1-3
PX	CN 104135047 A (国家电网公司 国网河南省电力公司电力科学研究院 河南恩湃高科集团有限公司) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-8
Y	CN 102074991 A (启明信息技术股份有限公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 见说明书第0003-0025段, 附图1-2	1-3
Y	CN 103580247 A (吉林省高新电动汽车有限公司) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12) 见说明书第0021-0022段, 附图1-3c	1-3
Y	CN 102324764 A (张文亚) 2012年 1月 18日 (2012 - 01 - 18) 见说明书0002-0015段, 图1-4	1-3
Y	CN 101471577 A (比亚迪股份有限公司) 2009年 7月 1日 (2009 - 07 - 01) 见说明书第1页第2段-第4页第6段, 附图1、3	1-3

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2015年 4月 1日

国际检索报告邮寄日期

2015年 4月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

授权官员

李路

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62089116

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102074991 A (启明信息技术股份有限公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 见说明书第0003—0025段， 附图1-2	4-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/092760

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	203942320	U	2014年 11月 12日	无			
CN	104135047	A	2014年 11月 5日	无			
CN	102074991	A	2011年 5月 25日	CN	102074991	B	2013年 1月 9日
CN	103580247	A	2014年 2月 12日	无			
CN	102324764	A	2012年 1月 18日	CN	102324764	B	2013年 10月 16日
CN	101471577	A	2009年 7月 1日	US	8228032	B2	2012年 7月 24日
				CN	101471577	B	2011年 6月 15日
				US	2009167247	A1	2009年 7月 2日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)