

(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
2023 年 2 月 9 日 (09.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/010898 A1

(51) 国际专利分类号:

H01M 10/615 (2014.01) *B60L 58/27* (2019.01)

H01M 10/625 (2014.01) *B60L 58/10* (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/088567

(22) 国际申请日: 2022 年 4 月 22 日 (22.04.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

PCT/CN2021/110706

2021 年 8 月 5 日 (05.08.2021) CN

PCT/CN2021/116735

2021 年 9 月 6 日 (06.09.2021) CN

PCT/CN2021/116736

2021 年 9 月 6 日 (06.09.2021) CN

PCT/CN2021/132202

2021 年 11 月 22 日 (22.11.2021) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: 黄孝键 (HUANG, Xiaojian); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 但志敏 (DAN, Zhimin); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 侯贻真 (HOU, Yizhen); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 张伟 (ZHANG, Wei); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京辰权知识产权代理有限公司 (BEIJING CHEN QUAN INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区

(54) Title: CHARGING AND DISCHARGING CIRCUIT, SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 充放电电路、系统及其控制方法

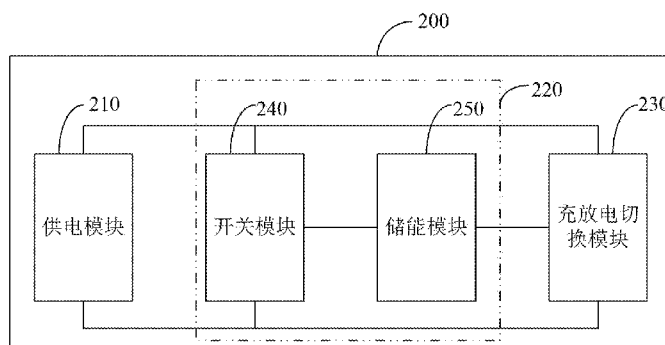


图 2

210 POWER SUPPLY MODULE
230 CHARGING AND DISCHARGING SWITCHING MODULE
240 POWER-SWITCH MODULE
250 ENERGY STORAGE MODULE

(57) Abstract: Embodiments of the present application provide a charging and discharging circuit, a system, and a control method therefor, comprising: a power supply module, a heating module and a charging and discharging switching module; the power supply module comprises at least a first battery pack; the heating module comprises an energy storage module and a power-switch module; the at least first battery pack, the power-switch module and the charging and discharging switching module are connected in parallel; a first end of the energy storage module is connected to the power-switch module, and a second end of the energy storage module is connected to the charging and discharging switching module; the charging and discharging switching module and the power-switch module are used, in response to a charging and discharging enable signal, for generating within a charging and discharging circuit an electric current having an alternating current waveform. In the present application, by controlling a power-switch module and a charging and discharging switching module to be turned on or off, an alternating switching ground discharging loop and a charging loop are formed in a charging and discharging circuit, thus forming an alternating current in the charging and discharging circuit, the

[见续页]

WO 2023/010898 A1

中关村东路 66 号世纪科贸大厦 C 座 2601 室, Beijing 100190 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

alternating current flowing through a battery pack, causing an internal resistance of the battery pack to generate heat, and achieving the effect of heating the battery pack.

(57) 摘要: 本申请实施例提供一种充放电电路、系统及其控制方法, 包括: 供电模块、加热模块和充放电切换模块; 供电模块包括至少第一电池组; 加热模块包括储能模块及开关模块; 至少第一电池组、开关模块以及充放电切换模块并联连接; 储能模块的第一端与开关模块连接, 储能模块的第二端与充放电切换模块连接; 充放电切换模块和开关模块, 用于响应于充放电使能信号, 在充放电电路中产生交流波形的电流。本申请通过控制开关模块和充放电切换模块的导通或断开, 在充放电电路中形成交替切换地放电回路和充电回路, 从而在充放电电路中形成交流电流, 交流电流流经电池组, 使电池组的内阻产生热量, 实现对电池组加热的效果。

充放电电路、系统及其控制方法

5 技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域，特别是涉及一种充放电电路、系统及其控制方法。

背景技术

10 [0002] 由于具有能量密度高、可循环充电、安全环保等优点，动力电池被广泛应用于新能源汽车、消费电子、储能系统等领域中。

[0003] 但是低温环境下动力电池的使用会受到一定限制。具体地，动力电池在低温环境下的放电容量会严重衰退，以及电池在低温环境下无法充电。因此，为了能够正常使用动力电池，需要在低温环境下为动力电池进行加热。

15 [0004] 传统的动力电池加热技术可能会导致在利用电机回路加热动力电池的过程中，电机振动噪声过大的问题。

发明内容

20 [0005] 本申请实施例提供了一种充放电电路、系统及其控制方法，能够实现对动力电池进行加热，同时有效抑制利用电机回路加热电池时电机的振动噪声。

[0006] 第一方面，提供了一种充放电电路，包括供电模块、加热模块和充放电切换模块；

[0007] 所述供电模块包括至少第一电池组；

[0008] 所述加热模块包括储能模块及开关模块；

25 [0009] 所述至少第一电池组、所述开关模块以及所述充放电切换模块并联连接；

[0010] 所述储能模块的第一端与所述开关模块连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块连接；

[0011] 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于充放电使能信号，在所述充放电电路中产生交流波形的电流。

30 [0012] 在上述充放电电路中对充放电切换模块和开关模块进行控制，使供电模块包括的至少第一电池组与储能模块之间形成交替切换的充电回路和放电回路，在充电

回路和放电回路交替切换的过程中，充放电电路会中产生交流波形的电流，该交流波形的电流流经供电模块包括的至少第一电池组，使至少第一电池组的电池内阻发热，从而实现对供电模块包括的电池组进行加热的效果。

[0013] 且充放电电路中可以不利用电动汽车的电机对电池进行加热，在对电池进行加热的过程中，电机不会受加热过程中充放电电路中电流频率的影响，解决了现有技术对动力电池加热过程中电机振动噪声大的问题。而且当利用该充放电电路对电池进行加热时，电机可以正常驱动动力汽车行驶，从而实现行车加热。

[0014] 在一种实现方式中，所述充放电切换模块包括串联的第一切换电路和第二切换电路；

[0015] 所述第一切换电路与所述第二切换电路的连接点与所述储能模块的第二端连接；

[0016] 所述第一切换电路和所述第二切换电路，用于在所述充放电使能信号的触发下导通或截止。

[0017] 在该实现方式中，充放电切换模块包括两个切换电路，以便利用这两个切换电路控制充放电电路形成充电回路或放电回路。具体通过控制第一切换电路、第二切换电路和开关模块导通或断开，使供电模块与储能模块之间形成交替切换的充电回路和放电回路，在充放电电路中产生交流波形的电流，从而实现对供电模块包括的电池组进行加热的效果。

[0018] 第一切换电路和第二切换电路的连接点与储能模块的第二端连接，而储能模块的第一端与开关模块连接，如此通过合理地控制开关模块、第一切换电路和第二切换电路，能够实现供电模块与储能模块之间交替地充放电，从而使供电模块中电池组的内阻发热，达到从电池组内部进行自加热的效果，从电池组内部加热，加热效率更高。

[0019] 在一种实现方式中，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；

[0020] 所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点与所述储能模块的第二端连接；

[0021] 所述第一上桥臂和所述第一下桥臂，用于在所述充放电使能信号的触发下导通或断开。

[0022] 通过控制上述第一上桥臂、第一下桥臂和开关模块的导通或断开，在充放电电路中产生交流波形的电流，从而实现对供电模块包括的电池组进行加热的效果。

[0023] 在一种实现方式中，所述第一上桥臂包括并联的第一开关和第一二极管，所述第一下桥臂包括并联的第二开关和第二二极管；

[0024] 所述第一二极管的阴极与所述第一电池组的正极连接，所述第一二极管的阳极与所述第二二极管的阴极连接，所述第二二极管的阳极与所述第一电池组的负极

连接。

[0025] 上述第一二极管和第二二极管可以为续流二极管，续流二极管通常用于配合电感使用。当电感的电流突然变化时，电感两端的电压会发生突变，有可能损坏电路回路的其他元件。而当配合续流二极管时，电感的电流可以较平缓地变化，避免电压发生突变，提高电路的安全性。因此第一上桥臂和第一下桥臂均采用并联的开关和续流二极管的结构，既能够实现开关功能，能够通过控制第一上桥臂和第一下桥臂中的开关的导通或断开，实现切换充电回路和放电回路。又可以通过第一上桥臂和第一下桥臂中的续流二极管避免电压发生突变，提高整个充放电电路的安全性。

[0026] 且第一上桥臂和第一下桥臂均包括上述并联的开关及二极管的结构，能够使充放电切换模块在控制电路通断上具有更多的组合控制方式，控制更加灵活多变，通过合理地控制不同器件的导通或断开，既能够在充放电电路中形成充电回路或放电回路，又可以均衡不同器件的使用频率，提高充放电切换模块包括的各个器件的使用寿命。

[0027] 在一种实现方式中，所述第一上桥臂包括第三开关，所述第一下桥臂包括第四开关。

[0028] 第一上桥臂和第一下桥臂仅包括开关，能够使充放电切换模块更加简单地控制电路通断，以在充放电电路中形成充电回路或放电回路，从而实现对电池组进行加热。且能够降低充放电电路的成本。

[0029] 在一种实现方式中，所述第一切换电路包括第三二极管，所述第二切换电路包括第五开关；

[0030] 所述第三二极管的阴极与所述第一电池组的正极连接，所述第三二极管的阳极与所述第五开关的一端连接，所述第五开关的另一端与所述第一电池组的负极连接。

[0031] 充放电切换模块采用串联的一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且二极管为被动控制，无需主动控制，采用一个二极管和一个开关的结构控制策略更加简单。

[0032] 在一种实现方式中，所述第一切换电路还包括第六开关，所述第六开关的一端与所述第一电池组的正极连接，所述第六开关的另一端与所述第三二极管的阴极连接。

[0033] 设置第六开关是为了防止在不需要对电池进行加热的场景中出现电流从第三二极管流过的情况，能够防止在不需要加热的场景中因电流从第三二极管中流过而引发的电路故障，提高电路中电器件的使用寿命。

[0034] 在一种实现方式中，所述第一切换电路包括第七开关，所述第二切换电路包括第四二极管；

[0035] 所述第七开关的一端与所述第一电池组的正极连接，所述第七开关的另一端与所述第四二极管的阴极连接，所述第四二极管的阳极与所述第一电池组的负极连接。

[0036] 在该实现方式中充放电切换模块采用串联的一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且二极管为被动控制，无需主动控制，控制策略更加简单，如此充放电切换模块能够在充放电电路中灵活地切换充电回路或放电回路，从而在充放电电路中形成交流电流。

5 [0037] 在一种实现方式中，所述第二切换电路还包括第八开关；

[0038] 所述第八开关串联在所述第四二极管与所述第一电池组的负极之间。

[0039] 设置第八开关是为了防止在不需要对电池进行加热的场景中出现电流从第四二极管流过的情况，能够防止在不需要加热的场景中因电流从第四二极管中流过而引发的电路故障，提高电路中电器件的使用寿命。

10 [0040] 在一种实现方式中，所述储能模块的包括第一储能元件；所述第一储能元件包括至少一个电感；所述第一储能元件的第一端与所述开关模块连接，所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块连接。

[0041] 在该实现方式中，储能模块可以只包括第一储能元件，第一储能元件可以包括一个或多个电感。通过设置第一储能元件，在充放电电路中形成放电回路时供电模块放出的电能，可以被储存在第一储能元件中。在充放电电路切换到充电回路时，15 第一储能元件可以将其储存的电能回充到供电模块中，从而使供电模块中有交流电流流过，使供电模块中电池组的内阻发热，实现从电池组内部进行加热的效果，相对于从外部对电池组加热，使电池组内部自己产热的自加热方式，加热效果更佳。

[0042] 在一种实现方式中，所述储能模块还包括第二储能元件；所述第二储能元件连接在所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块之间。

[0043] 在第一储能元件与充放电切换模块之间增加第二储能元件，第一储能元件与第二储能元件串联。如此在充放电电路中形成放电回路时，供电模块放出的电能可以通过第一储能元件和第二储能元件来共同储存，从而能够储存更多的能量。在充放电电路切换到充电回路时，第一储能元件和第二储能元件将储存的电能回充到供电模块的电池组中。这样由于充放电的电能更多，从而能够在充放电电路中形成更大的充25 放电电流，电流越大，流经电池组时电池内阻产生的热量越多，从而提高了电池组的温升速度，提高了电池自加热的效率，能够使电池组的温度以最快的速度升至预期温度。而且充放电的能量越多，可以优化电池自加热过程中的电流、频率参数，提升电池自加热效果。

30 [0044] 在一种实现方式中，所述第二储能元件包括至少一个电感和/或电容。通过多种具有储能功能的电器件来实现第二储能元件，使充放电电路具有更多的电路结构的变形，以满足对充放电电路结构的不同用户需求或工业生产需求。

[0045] 在一种实现方式中，所述储能模块与所述充放电切换模块之间连接有第九开关，所述第九开关与所述第二储能元件串联。

35 [0046] 第九开关用于为储能模块、第二储能元件及开关模块等部件的正常工作提供保护。若在加热模式下第一切换电路和/或第二切换电路出现故障而发生击穿或短路，必须确保断开储能模块、第二储能元件与供电模块之间的连接，避免储能模块和第二储能元件与供电模块发生短路的情况，通过控制第九开关断开可以有效避免此种情况

下存在的短路风险。

[0047] 在一种实现方式中，所述开关模块包括至少一组开关桥臂，所述储能模块中的第一储能元件包括至少一个储能器件，所述储能器件与所述开关桥臂的数目相等，所述储能器件与所述开关桥臂一一对应连接；

5 [0048] 每个所述储能器件的第二端的连接点与所述充放电切换模块连接。

[0049] 在该实现方式中开关模块包括至少一组开关桥臂，开关桥臂为对称结构，通过控制每组开关桥臂及充放电切换模块的导通或断开，在充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，从而形成在充放电电路中形成交流波形的电流，该电流流经电池组，使得电池组的内阻发热，实现动力电池自加热的效果。开关桥臂的控制方式简单。第一储能元件包括的储能器件与开关桥臂一一对应连接。提供了扩展充放电电路中储能模块的储能规模的扩展方式，储能器件及开关桥臂少的情况下，则在实现对电池组自加热的前提下能够降低产品成本。而在储能器件及开关桥臂多的情况下，控制复杂度不会有明显增加，但储能模块的储能量会显著增加。储能量增加能够在充放电电路中形成更大的充放电电流，流经电池组时电池内阻产生的热量更多，从而提高了电池组的温升速度，提高了电池自加热的效率，能够使电池组的温度以最快的速度升至预期温度。而且充放电的能量越多，可以优化电池自加热过程中的电流、频率参数，提升电池自加热效果。

10

15

[0050] 在一种实现方式中，所述开关模块包括第一开关桥臂，所述第一开关桥臂包括串联的第二上桥臂和第二下桥臂；

20 [0051] 所述第一开关桥臂的第一端、所述充放电切换模块的第一端及所述供电模块的第一端共线连接；

[0052] 所述第一开关桥臂的第二端、所述充放电切换模块的第二端及所述供电模块的第二端共线连接。

[0053] 开关模块只采用一个开关桥臂即可实现充放电电路对电池进行加热的功能，减少了充放电电路的成本。通过控制第二上桥臂、第二下桥臂及充放电切换模块的导通或断开，即可在充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路。

25

[0054] 在一种实现方式中，所述第一储能元件包括电感和/或电容；

[0055] 所述第二上桥臂和所述第二下桥臂的连接点与所述第一储能元件的第一端连接，所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块连接。

30 [0056] 在该实现方式中将第一储能元件的一端连接在第二上桥臂和第二下桥臂的连接点，将第一储能元件的另一端与充放电切换模块连接，从而通过控制第二上桥臂和第二下桥臂及充放电切换模块的导通或断开，能够灵活地将第一储能元件与供电模块之间的回路切换为充电回路或放电回路。

[0057] 在一种实现方式中，每组所述开关桥臂均包括上桥臂和下桥臂，且上桥臂和下桥臂均包括并联的开关和二极管，或者，上桥臂和下桥臂均包括开关。

35

[0058] 上述二极管可以为续流二极管，续流二极管通常用于配合电感使用。当电感的电流突然变化时，电感两端的电压会发生突变，有可能损坏电路回路的其他元件。

而当配合续流二极管时，电感的电流可以较平缓地变化，避免电压发生突变，提高电路的安全性。因此第二上桥臂和第二下桥臂均采用并联的开关和二极管的结构，既能够实现开关功能，能够通过控制第二上桥臂和第二下桥臂中的开关的导通或断开，实现切换充电回路和放电回路。又可以通过第二上桥臂和第二下桥臂中的二极管避免电压发生突变，提高整个充放电电路的安全性。且第二上桥臂和第二下桥臂均包括上述并联的开关及二极管的结构，能够在控制电路通断上具有更多的组合控制方式，控制更加灵活多变，通过合理地控制不同器件的导通或断开，既能够在充放电电路中形成充电回路或放电回路，又可以均衡不同器件的使用频率，提高充放电切换模块包括的各个器件的使用寿命。

[0059] 而在第二上桥臂和第二下桥臂仅包括开关的实现方式中，能够更加简单地控制电路通断，以在充放电电路中形成充电回路或放电回路，从而实现对电池组进行加热。且能够降低充放电电路的成本。

[0060] 在一种实现方式中，所述开关模块包括至少一组开关支路，所述至少一组开关支路包括串联的开关和二极管；所述储能模块中的第一储能元件包括至少一个储能器件，所述储能器件与所述开关支路的数目相等，所述储能器件与所述开关支路一一对应连接。

[0061] 在该实现方式中，开关模块中包括串联的开关和二极管构成的开关支路，采用串联的一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管构成的开关桥臂的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且二极管为被动控制，无需主动控制，采用一个二极管和一个开关的结构控制策略更加简单。另外，提供了开关模块更多的结构变形，与充放电切换模块的不同变形结构，可以组合出更多种充放电电路的具体电路结构，以满足对充放电电路结构的不同用户需求或工业生产需求。

[0062] 在一种实现方式中，所述开关支路中的二极管的阴极与所述供电模块的正极连接，所述开关支路中的二极管的阳极与所述供电模块的负极连接。

[0063] 在该实现方式中，开关支路中的二极管的阴极与供电模块的正极连接，二极管的阴极能够截止电流，防止供电模块的正极与负极之间直接通过二极管正向导通，提高充放电电路的安全性。

[0064] 在一种实现方式中，所述储能模块包括 M 相电机，所述开关模块包括 M 相桥臂， M 为正整数；

[0065] 其中，所述 M 相桥臂与所述供电模块及所述充放电切换模块并联连接；

[0066] 所述 M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与所述 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接；

[0067] 所述充放电切换模块与所述 M 相绕组的连接点连接。

[0068] 在该实现方式中利用电动汽车自带的电机来对电池组进行加热，提高了电机的利用率，降低了对电池组进行加热的成本。且 M 相电机不仅连接开关模块包括的 M 相桥臂，还连接充放电切换模块，使得流经 M 相桥臂的电流可以同时从 M 相电机的所有绕组中流入，并从所有绕组的另一端流出，从而使得流经驱 M 相电机所有绕组的电流可以是同方向以及同大小的电流，并非方向不同的交流电流。因此，可以有效降

低在利用电机回路加热动力电池的过程中，电机振动噪声过大的问题。

[0069] 在一种实现方式中，所述M相电机包括第一M相电机及第二M相电机；

[0070] 所述第一M相电机的M相绕组连接点与所述第二M相电机的M相绕组连接点连接。

5 [0071] 在一种实现方式中，所述开关模块的M相桥臂的上下桥臂连接点分别与所述第一M相电机的M相绕组一一对应连接。

[0072] 在一种实现方式中，所述充放电切换模块包括M相桥臂；所述充放电切换模块的M相桥臂中上下桥臂连接点分别与所述第二M相电机的M相绕组一一对应连接。

10 [0073] 对于具有双电机的用电设备，可以利用两个电机来对电池组加热，其中一个电机的逆变器相当于开关模块，另一个电机的逆变器相当于充放电切换模块。两个电机的绕组相当于储能模块。通过控制两个电机的逆变器中各个桥臂的导通或断开，在充放电电路中交替地切换充电回路和放电回路。

[0074] 通过控制流入第一M相电机各相绕组的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第一M相电机的振动噪声。类似地，通过控制流出第二M相电机各相绕组的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第二M相电机的振动噪声。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而延长了电池自加热使用时间。

20 [0075] 在一种实现方式中，所述供电模块包括第一电池组；

[0076] 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于充放电使能信号，在所述充放电电路中产生的交流电流的波形包括三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种。

[0077] 在该实现方式中供电模块包括一个电池组，电池组与储能模块之间进行交替地充放电，由于储能模块储满能量之后紧接着就需要放电，因此加热电流大小是不断变化的，因此在仅包括第一电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为三角波、类三角波、正弦波及类正弦波中的至少一种。

[0078] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组和第二电池组；

30 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于第一充放电使能信号，在所述充放电电路中产生方波或类方波的交流电流；或者，用于响应于第二充放电使能信号，在所述充放电电路中产生三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种波形的交流电流；

[0079] 其中，所述第一充放电使能信号对应的充放电频率大于所述第二充放电使能信号对应的充放电频率。

35 [0080] 在该实现方式中供电包括至少两个电池组，在每个加热周期中，一个电池

组向储能模块充电，以及该电池组和储能模块同时向另一电池组充电。双电池组的设置，可以有效的降低储能模块对加热电流大小以及加热电流频率的约束，通过双电池组的加热方式，能够及时将储能模块的能量泄放至其中一个电池组中，使得电池组的加热电流能够按照预设的加热频率维持在一个稳定且较大的加热电流大小，使得电池

5 在不同温度、SOC 状态下，通过对加热电流频率的调节，使得加热速率能够大幅度提升。加热电流大小能够维持在一个稳定的值，所以在双电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为方波或类方波。作为另一种实现方式，也可以通过控制加热电流频率，延长放电回路的维持时长，使得储能模块在放电之前储存更多的电能。以及延长充电回路的维持时长，使得储能模块中的电能全部回充到电池组中去，在这种情况下

10 包括至少两个电池组的充放电电路中也可以产生三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种波形的交流电流。

[0081] 在一种实现方式中，所述第二电池组的第一端与所述充放电切换模块的第一端连接，所述第二电池组的第二端与所述第一电池组的第二端、所述开关模块的第二端、所述充放电切换模块的第二端共线连接；

15 [0082] 所述第一电池组的第一端与所述开关模块的第一端连接；

[0083] 所述第一电池组的第一端与所述第二电池组的第一端之间连接有第十开关。

[0084] 在该实现方式中，通过第十开关可以控制第一电池组与第二电池组之间的连接方式。第十开关断开时第一电池组的负极与第二电池组的正极连接，第十开关闭合时第一电池组的正极和第二电池组的正极连接。在需要对第一电池组和第二电池组

20 加热时，控制第十开关断开，以对第一电池组和第二电池组加热。在需要对外界供电时，控制第十开关闭合，通过第一电池组和第二电池组对外界进行供电。

[0085] 在一种实现方式中，所述储能模块的第一端与所述开关模块的第一端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第一端连接；或者，所述储能模块的第一端与所述开关模块的第二端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第二端连接。

25

[0086] 该种实现方式提供了储能模块连接位置的变形方案，使充放电电路具有更加多变的结构组成方式，以适用于更多地应用场景。

[0087] 在一种实现方式中，所述供电模块包括的电池组的两端并联有电容。

[0088] 通过电容可以实现稳压等功能，减小电池组的电压波动，提高电池组的电压稳定性。

30

[0089] 第二方面，提供了一种充放电系统，包括控制模块以及上述第一方面及其任一种实现方式所述的充放电电路；所述控制模块，用于向所述充放电电路发送指令以控制供电模块进行充放电。

[0090] 在该充放电系统中利用控制模块来控制充放电电路中的开关模块及充放电切换模块，以实现交替地切换充电回路和放电回路，从而对电池组进行加热。

35

[0091] 在一种实现方式中，还包括与所述充放电电路连接的充电装置；

[0092] 所述充电装置用于通过所述充放电电路向所述供电模块包括的电池组充电。

[0093] 在该实现方式中，既能够实现通过充放电电路对电池组进行加热，又能够实现通过充电装置对电池组进行充电。

5 [0094] 第三方面，提供了一种充放电控制方法，应用于第二方面所述的充放电系统，所述方法包括：

[0095] 发送充放电使能信号，控制所述充放电切换模块和所述开关模块导通或截止，使所述充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，以产生交流波形的电流。

10 [0096] 通过控制充放电切换模块和开关模块的通断，使供电模块包括的至少第一电池组与储能模块之间形成交替切换的充电回路和放电回路，在充电回路和放电回路交替切换的过程中，充放电电路会中产生交流波形的电流，该交流波形的电流流经供电模块包括的至少第一电池组，使至少第一电池组的电池内阻发热，从而实现对供电模块包括的电池组进行加热的效果。且充放电电路中可以不利用电动汽车的电机对电
15 池进行加热，在对电池进行加热的过程中，电机不会受加热过程中充放电电路中电流频率的影响，解决了现有技术对动力电池加热过程中电机振动噪声大的问题。而且当利用该充放电电路对电池进行加热时，电机可以正常驱动动力汽车行驶，从而实现行车加热。

[0097] 在一种实现方式中，以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关
20 模块发送充电使能信号和放电使能信号，以控制交替地切换所述充电回路和放电回路。

[0098] 在该实现方式中通过控制切换充电回路和放电回路的频率，来调节整个电路中产生的交流电流的频率，从而提高对电池组加热的速率。

[0099] 在一种实现方式中，所述充放电切换模块包括串联的第一切换电路和第二切换电路，所述开关模块包括至少一组开关桥臂，每组开关桥臂包括上桥臂和下桥臂；

25 [00100] 所述交替切换的充电回路和放电回路包括：

[00101] 所述开关模块的每组上桥臂、所述储能模块、所述第二切换电路以及所述供电模块之间的回路，和，

[00102] 所述开关模块的每组下桥臂、所述储能模块、所述第一切换电路以及所述供电模块之间的回路。

30 [00103] 在该实现方式中，交替地切换所述开关模块的每组上桥臂、所述储能模块、所述第二切换电路以及所述供电模块之间的回路，与所述开关模块的每组下桥臂、所述储能模块、所述第一切换电路以及所述供电模块之间的回路。通过交替地切换在充放电电路中形成交流电，交流电流流经供电模块中的电池组，使电池组的内阻发热，达到电池组自加热的效果。

35 [00104] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组，所述充放电切换

模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

[00105] 发送放电使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述第一上桥臂、所述储能模块及每组所述开关桥臂的下桥臂之间的放电回路；

[00106] 发送充电使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、所述第一下桥臂、所述储能模块及每组所述开关桥臂的上桥臂之间的充电回路。

[00107] 在一种实现方式中，发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第一下桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第一下桥臂之间的放电回路；

[00108] 发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂和所述第一上桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第一上桥臂之间的充电回路。

[00109] 在上述两种实现方式中通过灵活控制第一上桥臂、第一下桥臂及每组开关桥臂的上下桥臂的导通或断开，交替地切换放电回路和充电回路，在充放电电路中形成交流电流，从而实现对电池组加热的效果。

[00110] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第三二极管，所述第二切换电路包括第五开关；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

[00111] 发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第五开关导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第五开关之间的放电回路；

[00112] 发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第三二极管之间的充电回路。

[00113] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第七开关，所述第二切换电路包括第四二极管，所述第四二极管的阳极与所述第一电池组的负极连接；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

[00114] 发送放电使能信号，控制所述第七开关及每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述第七开关、所述储能模块及每组所述开关桥臂的下桥臂之间的放电回路；

[00115] 发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、所述第四二极管、所述储能模块及每组所述开关桥臂的上桥臂之间的充电回路。

[00116] 在上述两种实现方式中，充放电切换模块包括串联的开关和二极管，成本低。且二极管不需要主动控制，只需被动控制即可，整个电路的控制方式更加简便。

[00117] 在一种实现方式中，所述第四二极管的阴极与所述第一电池组的负极连接；

5 [00118] 发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第四二极管之间的放电回路；

[00119] 发送充电使能信号，控制所述第七开关及每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第七开关之间的充电回路。

10 [00120] 在该实现方式中，改变了第四二极管的朝向，使充放电电路的变形方案更多，第四二极管的朝向改变之后，只需要简单的调整控制方式即可，控制方式简便，且相比于充放电切换模块包括连个开关的情况成本更低。

[00121] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组，所述储能模块包括第一 M 相电机和第二 M 相电机，所述开关模块包括 M 相桥臂，所述充放电切换模块包括 M 相桥臂；所述第一 M 相电机的 M 相绕组与所述开关模块的 M 相桥臂一一对应连接，所述第二 M 相电机的 M 相绕组与所述充放电切换模块的 M 相桥臂一一对应连接；第一 M 相电机的 M 相绕组连接点和第二 M 相电机的 M 相绕组连接点连接；

15

[00122] 发送放电使能信号，控制所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂、所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂之间的放电回路；

20

[00123] 发送充电使能信号，控制所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的充电回路。

25 [00124] 在一种实现方式中，发送放电使能信号，控制所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的放电回路；

30 [00125] 发送充电使能信号，控制所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂、所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的充电回路。

35 [00126] 在上述两种实现方式中，对于具有双电机的用电设备，可以利用两个电机来对电池组加热，其中一个电机的逆变器相当于开关模块，另一个电机的逆变器相当于充放电切换模块。两个电机的绕组相当于储能模块。通过控制两个电机的逆变器中

各个桥臂的导通或断开，在充放电电路中交替地切换充电回路和放电回路。

[00127] 通过控制流入第一 M 相电机各相绕组的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第一 M 相电机的振动噪声。类似地，通过控制流出第二 M 相电机各相绕组的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第二 M 相电机的振动噪声。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而延长了电池自加热使用时间。

[00128] 在一种实现方式中，所述供电模块包括至少第一电池组和第二电池组；

[00129] 通过所述充电回路或所述放电回路对所述第一电池组或所述第二电池组进行充放电，在所述充放电电路中形成方波或类方波的交流电流；

[00130] 所述充放电包括切换所述第一电池组与所述第二电池组的充放电状态；所述充放电状态包括所述第一电池组充电，同时所述第二电池组放电；或者，所述第一电池组放电，同时所述第二电池组充电。

[00131] 对于包括两个电池组的充放电电路，交替地切换两个电池组的充放电状态。在每个加热周期中，其中一个电池组放电，同时另一个电池组充电。双电池组的设置，可以有效的降低储能模块对加热电流大小以及加热电流频率的约束，通过双电池组的加热方式，能够及时将储能模块的能量泄放至其中一个电池组中，使得电池组的加热电流能够按照预设的加热频率维持在一个稳定的加热电流大小，使得电池在不同温度、SOC 状态下，通过对加热电流频率的调节，使得加热速率能够大幅度提升。由于加热电流大小能够维持在一个稳定的值，所以在双电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为方波或类方波。

[00132] 在一种实现方式中，所述第二电池组的第一端与所述充放电切换模块的第一端连接，所述第二电池组的第二端与所述第一电池组的第二端、所述开关模块的第二端、所述充放电切换模块的第二端共线连接；所述第一电池组的第一端与所述开关模块的第一端连接；所述第一电池组的第一端与所述第二电池组的第一端之间连接有第十开关；所述方法还包括：

[00133] 确定所述第一电池组和所述第二电池组满足加热条件，控制所述第十开关断开。

[00134] 在该实现方式中，通过第十开关可以控制第一电池组与第二电池组之间的连接方式。第十开关断开时第一电池组负极与第二电池组的正极连接，第十开关闭合时第一电池组的正极和第二电池组的正极连接。在需要对第一电池组和第二电池组加热时，控制第十开关断开，以对第一电池组和第二电池组加热。在需要对外界供电时，控制第十开关闭合，通过第一电池组和第二电池组对外界进行供电。

[00135] 在一种实现方式中，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所

述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的一端与所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点连接，所述储能模块的另一端与所述开关桥臂的上下桥臂连接点连接；

[00136] 发送第一使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的下桥臂均导通，形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块和所述每组所述开关桥臂的下桥臂之间的放电回路，使所述第一电池组向所述储能模块放电；

[00137] 发送第二使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块、每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第二电池组的充电回路，使所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电。

[00138] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

[00139] 反复切换每组所述开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，以控制向所述第二电池组充电的时间。

[00140] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

[00141] 发送第三使能信号，控制所述第一下桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第二电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第一下桥臂之间的放电回路，使所述第二电池组向所述储能模块放电；

[00142] 发送第四使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第二电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块、所述第一上桥臂和所述第一电池组的充电回路，使所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电。

[00143] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

[00144] 反复切换所述第一上桥臂导通或所述第一下桥臂导通，以控制向所述第一电池组充电的时间。

[00145] 在包括两个电池组的充放电电路中，控制第一上桥臂、第一下桥臂、每组开关桥臂的上下桥臂的导通或断开，实现一个电池组向储能模块放电，以及该电池组与储能模块同时向另一个电池组充电。且通过反复切换每组开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，能够灵活控制向每个电池组充电的时长。

[00146] 在一种实现方式中，所述所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的第一端与所述开关模块的第一端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第一端连接；

[00147] 发送第一使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第一电池组向所述储能模块放电的回路；

[00148] 发送第二使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂及所述第一下桥臂同时导通，形成所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电的回路。

[00149] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

5 [00150] 发送第三使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第二电池组向所述储能模块放电的回路；

[00151] 发送第四使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电的回路。

10 [00152] 在一种实现方式中，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的第一端与所述开关模块的第二端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第二端连接；

[00153] 发送第一使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第二电池组向所述储能模块放电的回路；

15 [00154] 发送第二使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂及所述第一上桥臂同时导通，形成所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电的回路。

[00155] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

[00156] 发送第三使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第一电池组向所述储能模块放电的回路；

20 [00157] 发送第四使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电的回路。

25 [00158] 在一种实现方式中，所述所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的一端与所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点连接，所述储能模块的另一端与所述开关桥臂的上下桥臂连接点连接；

[00159] 发送第一使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第一电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块、所述第一上桥臂和所述第二电池组之间的充放电回路，使所述第一电池组向所述储能模块放电，以及所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电；

30 [00160] 发送第二使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块、每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第二电池组的充放电回路，使所述第二电池组向所述储能模块放电，以及所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电。

[00161] 在一种实现方式中,所述储能模块与所述充放电切换模块之间连接有第九开关;

[00162] 确定所述供电模块包括的电池组满足加热条件,控制所述第九开关闭合;或者,确定所述电池组满足停止加热条件,控制所述第九开关断开。

- 5 [00163] 第九开关用于为储能模块、第二储能元件及开关模块等部件的正常工作提供保护。若在加热模式下第一切换电路和/或第二切换电路出现故障而发生击穿或短路,必须确保断开储能模块、第二储能元件与供电模块之间的连接,避免储能模块和第二储能元件与供电模块发生短路的情况,通过控制第九开关断开可以有效避免此种情况下存在的短路风险。

- 10 [00164] 在一种实现方式中,发送充放电使能信号之前,还包括:

[00165] 确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值;

[00166] 若确定每个电池组的荷电状态值大于或等于所述预设阈值,则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

- 15 [00167] 在该实现方式中在电池组的荷电状态值大于预设荷电阈值的情况下才对电池组进行加热,避免电池组的电量过低无法支持加热所需的放电电能的情况。

[00168] 在一种实现方式中,所述确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值之前,还包括:

- 20 [00169] 确定所述供电模块的温度是否小于预设温度阈值;如果是,则执行确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值的操作。

[00170] 在该实现方式中先确定供电模块的温度是否小于预设温度阈值,只有在低温条件下才会进一步确定电池组的荷电状态值是否大于等于预设荷电阈值,并在确定荷电状态值大于等于预设荷电阈值时启动对电池组加热。

[00171] 在一种实现方式中,发送充放电使能信号之前,还包括:

- 25 [00172] 获取所述电机的工作状态;若所述工作状态指示所述电机处于非驱动状态,则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

[00173] 在利用电机对电池组加热的应用场景中,在电机处于非驱动状态下才会启动对电池组加热,避免加热模式影响电机的正常运转。

[00174] 在一种实现方式中,发送充放电使能信号之前,还包括:

- 30 [00175] 接收车辆控制器发送的控制信号;若所述控制信号指示为所述供电模块加热,则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

[00176] 在该实现方式中,启动对电池组加热可以由车辆控制器发送控制信号给电机控制器,由电机控制器控制开关模块和充放电切换模块来启动加热。

[00177] 在一种实现方式中，发送充放电使能信号之前，还包括：

[00178] 接收电池管理系统发送的请求数据；若所述请求数据指示所述供电模块满足加热条件，则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

- 5 [00179] 在该实现方式中可以由电池管理系统来检测电池组是否满足加热条件，并在满足加热条件时发送请求数据给车辆控制器或电机控制器。由车辆控制器或电机控制器来控制启动加热过程。

[00180] 在一种实现方式中，所述方法还包括：

- 10 [00181] 在所述充放电过程中，确定所述供电模块包括的每个电池组的温度是否满足停止加热条件；所述停止加热条件包括所述电池组达到预设温度或所述电池组的温升异常；若是，则向所述充放电切换模块和所述开关模块发送停止加热信号，所述停止加热信号触发所述充放电切换模块和所述开关模块断开所述充放电回路。

- 15 [00182] 在充放电过程中还实时监测电池组的温度，并在电池组温升异常，或电池组温度达到预设温度时，及时控制停止加热，在电池组温度达到预设温度或温升异常的情况下仍持续加热导致电池组损坏的情况。

[00183] 在一种实现方式中，所述充放电系统还包括充电装置，所述方法还包括：

[00184] 在所述充电装置的电压低于所述供电模块的电压时，控制所述开关模块和所述充放电切换模块，形成所述充电装置向所述储能模块充电的回路、以及所述充电装置和所述储能模块同时向所述供电模块充电的回路；

- 20 [00185] 在所述充电装置的电压高于所述供电模块的电压时，控制所述开关模块和所述充放电切换模块，形成所述充电装置向所述供电模块和所述储能模块充电的回路、以及所述储能模块向所述供电模块充电的回路。

- 25 [00186] 在该实现方式中充放电电路同时具有加热模式和充电模式，其不仅可以用来对动力电池进行加热，还可以在充电装置向动力电池充电的过程中，调节充电电压。这样，当充电装置的电压与动力电池的电压不匹配时，例如充电装置的电压低于或者高于动力电池的电压时，充电装置可以通过充放电电路对动力电池进行升压充电或者降压充电，提高充电装置和动力电池的适配性。

- 30 [00187] 在一种实现方式中，所述储能模块与所述开关模块连接的一端通过第一开关管与充电装置的一端连接，所述开关模块的第二端与所述充电装置的另一端连接，所述充电装置用于通过所述加热模块向所述供电模块充电，所述开关模块包括至少一组开关桥臂，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述方法还包括：

[00188] 控制每组开关桥臂的上桥臂断开；在所述充电装置的电压低于所述供电模块的电压时，控制所述第二切换电路和所述第一开关管导通，所述第一切换电路和每

组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块和所述第二切换电路的回路，用于所述充电装置对所述储能模块充电；以及，

[00189] 控制所述第一切换电路和所述第一开关管导通，所述第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块、所述第一切换电路和所述供电模块的回路，用于所述充电装置和所述储能模块同时向所述供电模块充电。

[00190] 在充电装置的电压低于供电模块的电压时，通过设置合理的控制时序，控制各个子桥臂的导通和断开，在每个充电周期中形成充电装置向储能模块充电的第一阶段、以及充电装置和储能模块同时向供电模块充电的第二阶段。这样，在充电装置向储能模块充电的第一阶段，储能模块中会存储一定的电量，因此储能模块就能够在第二阶段与充电装置一起，共同向供电模块充电，减小充电装置和供电模块之间的电压差异，提高充电效率。

[00191] 在一种实现方式中，所述每组开关桥臂的下桥臂中包括并联的开关和二极管；所述方法还包括：

[00192] 在所述充电装置的电压高于所述供电模块的电压时，控制所述第一切换电路和所述第一开关管闭合，所述第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块、所述第一切换电路和所述供电模块的回路，用于所述充电装置向所述供电模块和所述储能模块充电；以及，

[00193] 控制所述第一切换电路闭合，所述第二切换电路、所述每组开关桥臂的下桥臂和所述第一开关管断开，形成包括所述储能模块、所述第一切换电路、所述供电模块和所述每组开关桥臂的下桥臂中的二极管的回路，用于所述储能模块向所述供电模块充电。

[00194] 在充电装置的电压高于供电模块的电压时，通过设置合理的控制时序，控制各个子桥臂的导通和断开，在每个充电周期中形成充电装置向储能模块和供电模块充电的阶段、以及仅储能模块向供电模块充电的阶段。一方面，由于充电装置向储能模块和供电模块充电时，储能模块能够吸收一部分电压，因此适当地减小了充电装置和供电模块之间的电压差异；另一方面，由于充电装置的电压大于供电模块的电压，为了避免充电装置对供电模块进行持续大电压的充电，充电装置和储能模块可以交替对供电模块充电。其中，由于充电装置向储能模块和供电模块充电时，储能模块中能够存储一定的电量，基于这部分电量，储能模块能够单独向供电模块充电。

[00195] 第四方面，提供了一种用电设备，包括第二方面所述的充放电系统。

[00196] 在用电设备处于低温环境中时，用电设备中的动力电池会因为温度过低而导致放电容量严重衰退，且在低温环境下无法对动力电池充电，影响低温环境下用电设备的正常使用。本申请实施例的用电设备中通过充放电电路对动力电池进行加热，在充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，从而在充放电电路中产生交流电流，该交流电流流经动力电池，使动力电池的内阻产生热量，从而实现对动力电池加热。

附图说明

- [00197] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。
- [00198] 图 1 是传统充放电电路的一种电路图。
- [00199] 图 2 是本申请一实施例提供的充放电电路的示意性框图。
- [00200] 图 3 是本申请一实施例提供的充放电电路的另一示意性框图。
- 10 [00201] 图 4 在本申请实施例提供的充放电电路的一示意性框图中示出了充放电切换模块的第一种结构示意图。
- [00202] 图 5 在本申请实施例提供的充放电电路的一示意性框图中示出了充放电切换模块的第二种结构示意图。
- [00203] 图 6 在本申请实施例提供的充放电电路的一示意性框图中示出了充放电切
15 换模块的第三种结构示意图。
- [00204] 图 7 在本申请实施例提供的充放电电路的一示意性框图中示出了充放电切换模块的第四种结构示意图。
- [00205] 图 8 是本申请一实施例提供的充放电电路的另一示意性框图。
- [00206] 图 9 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- 20 [00207] 图 10 是本申请一实施例提供的仅包括一个电池组的充放电电路中产生的三角波形的交流电的波形示意图；
- [00208] 图 11 是本申请一实施例提供的包括至少两个电池组的充放电电路的示意性框图；
- [00209] 图 12 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- 25 [00210] 图 13 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00211] 图 14 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00212] 图 15 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00213] 图 16 是本申请一实施例提供的包括至少两个电池组的充放电电路中产生的方波或类方波的交流电的波形示意图；
- 30 [00214] 图 17 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00215] 图 18 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。

- [00216] 图 19 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00217] 图 20 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00218] 图 21 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00219] 图 22 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- 5 [00220] 图 23 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00221] 图 24 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00222] 图 25 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00223] 图 26 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00224] 图 27 是本申请一实施例提供的充放电电路的另一示意性框图。
- 10 [00225] 图 28 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00226] 图 29 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00227] 图 30 是本申请一实施例提供的充放电电路的电路图。
- [00228] 图 31 是本申请一实施例提供的充放电系统的示意性框图。
- [00229] 图 32 是本申请一实施例提供的充放电系统的另一示意性框图。
- 15 [00230] 图 33 是本申请一实施例提供的充放电系统的电路图。
- [00231] 图 34 是本申请一实施例提供的充放电系统的电路图。
- [00232] 图 35 是本申请一实施例提供的充放电系统的电路图。
- [00233] 图 36 是本申请一实施例提供的动力电池加热场景下的控制方法流程图。
- [00234] 图 37 是本申请一实施例提供的充放电控制设备的示意性框图。

20

具体实施方式

[00235] 下面结合附图和实施例对本申请的实施方式作进一步详细描述。以下实施例的详细描述和附图用于示例性地说明本申请的原理，但不能用来限制本申请的范围，即本申请不限于所描述的实施例。

- 25 [00236] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“多个”的含义是两个以上；术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示
- 30 相对重要性。“垂直”并不是严格意义上的垂直，而是在误差允许范围之内。“平

行”并不是严格意义上的平行，而是在误差允许范围之内。

[00237] 下述描述中出现的方位词均为图中示出的方向，并不是对本申请的具体结构进行限定。在本申请的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可视具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[00238] 随着时代的发展，新能源汽车由于其环保性、低噪音、使用成本低等优点，具有巨大的市场前景且能够有效促进节能减排，有利于社会的发展和进步。

[00239] 由于动力电池的电化学特性，在低温环境下，动力电池的充放电能力被大大限制，严重影响客户冬季用车体验。因此，为了能够正常使用动力电池，需要在低温环境下为动力电池进行加热。

[00240] 本申请实施例中的动力电池可以为锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍隔电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池或者钠离子电池等，在此不做限定。从规模而言，本申请实施例中的电池可以为电芯单体，也可以是电池模组或电池包，在此不做限定。从应用场景而言，电池可应用于汽车、轮船等动力装置内。比如，可以应用于动力汽车内，为动力汽车的电机供电，作为电动汽车的动力源。电池还可为电动汽车中的其他用电器件供电，比如为车内空调、车载播放器等供电。

[00241] 为了便于描述，以下将以动力电池应用于新能源汽车（动力汽车）作为实施例进行阐述。

[00242] 驱动电机及其控制系统是新能源汽车的核心部件之一，其驱动特性决定了汽车行驶的主要性能指标。新能源汽车的电机驱动系统主要由电动机（即电机）、电机控制器（例如，逆变器）、各种检测传感器以及电源等部分构成。电机是应用电磁感应原理运行的旋转电磁机械，用于实现电能向机械能的转换。运行时从电系统吸收电功率，向机械系统输出机械功率。

[00243] 为了避免在对动力电池加热时增加不必要的成本，可以利用电机回路对动力电池进行加热。

[00244] 图1示出了传统动力电池加热系统的一种充放电电路图。如图1所示，动力电池加热系统100可以包括供电模块110，与供电模块110连接的逆变模块120以及与逆变模块120连接的驱动模块130。

[00245] 对于供电模块110，不仅可以采用动力电池本身实现，也可以采用外部供电模块例如充电桩实现。外部供电模块提供的加热能量例如可以是外接直流充电器输出的，或者是外接交流充电器经过整流后输出的，此处不作具体限制。

[00246] 对于逆变模块120，可以采用各种类型的开关实现。例如，逆变模块120可以由电机驱动系统中的逆变器实现，其中逆变器可以采用绝缘栅双极型功率管

(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT) 的桥臂开关实现。具体地, 逆变器的桥臂数量与驱动模块 130 中的绕组数量相同。例如, 驱动模块 130 包括三相绕组电机, 逆变器包括三相桥臂, 即包括 U 相桥臂、V 相桥臂和 W 相桥臂。其中, 三相桥臂中每相桥臂均具有上桥臂和下桥臂, 其上桥臂和下桥臂各自设置有开关单元, 即逆变模块 120 分别包括 U 相桥臂中的上桥臂开关 121 和下桥臂开关 122, V 相桥臂中的上桥臂开关 123 和下桥臂开关 124, 以及 W 相桥臂中的上桥臂开关 125 和下桥臂开关 126。

[00247] 对于驱动模块 130, 可以具体包括: 与 U 相桥臂相连的绕组 131, 与 V 相桥臂相连的绕组 132 以及与 W 相桥臂相连的绕组 133。其中, 绕组 131 的一端与 U 相桥臂中上桥臂和下桥臂的连接点相连, 绕组 132 的一端与 V 相桥臂中上桥臂和下桥臂的连接点相连, 绕组 133 的一端与 W 相桥臂中上桥臂和下桥臂的连接点相连。绕组 131 的另一端、绕组 132 的另一端和绕组 133 另一端共线连接。

[00248] 需要说明的是, 驱动模块 130 不限于是三相绕组电机, 还可以是六相绕组电机、十二相绕组电机等。对应地, 逆变模块 120 可以包括三相桥臂、六相桥臂或十二相桥臂等。

[00249] 在一些实施例中, 可以通过控制逆变模块 120 中的开关周期性通断来调制电流。例如, 通过控制逆变模块 120 中的目标上桥臂开关和目标下桥臂开关周期性通断来调制电流。在一个示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 121, 则目标下桥臂开关为下桥臂开关 124 和/或下桥臂开关 126。在另一示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 123, 则目标下桥臂开关为下桥臂开关 122 和/或下桥臂开关 126。在另一示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 125, 则目标下桥臂开关为 122 和/或下桥臂开关 124。在另一个示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 121 和/或上桥臂开关 123, 则目标下桥臂开关为 126。在另一示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 123 和/或上桥臂开关 125, 则目标下桥臂开关为下桥臂开关 122。在另一示例中, 若目标上桥臂开关为上桥臂开关 121 和/或上桥臂开关 125, 则目标下桥臂开关为 124。

[00250] 需要说明的是, 周期性地导通和断开每一周期中的目标上桥臂开关和目标下桥臂开关可以相同, 也可以不同, 在此并不限定。比如, 每个周期中均控制上桥臂开关 121 和下桥臂开关 124 的导通和断开。又比如, 在第一个周期中, 控制上桥臂开关 121 和下桥臂开关 124 的导通和断开; 在第二个周期中, 控制上桥臂开关 123 和下桥臂开关 122 的导通和断开; 在第三个周期中, 控制上桥臂开关 121、下桥臂开关 124 和下桥臂开关 126 的导通和断开, 即在不同的周期中, 控制的目标上桥臂开关和下桥臂开关可以不同。

[00251] 由此可见, 采用图 1 所示的充放电电路, 目标导通开关包括至少一个上桥臂开关和至少一个下桥臂开关, 至少一个上桥臂开关和至少一个下桥臂开关位于不同的桥臂上; 因此, 在一个周期中无法同时导通所有的上桥臂或下桥臂, 故在供电模块、目标上桥臂开关、目标下桥臂开关以及电机绕组之间所形成的不同回路中的电流方向是不同的, 从而产生了交流电流。

[00252] 由于单向绕组的磁动势是空间呈阶梯型分布，随时间按电流的变化规律交变的脉振磁动势。将三个单相绕组的磁动势叠加，即为三相绕组的合成磁场。通常加热过程中流入三相绕组电机的三相绕组中的电流，大小并不完全相等，流过其中两相绕组的电流，相位互差 180° ，不存在相位差的两相电流大小相等。其会导致流过电机绕组中的电流三相不相互对称，且电流频率高导致动力电池在加热过程中电机振动噪声大的问题。

[00253] 图 2 示出了本申请实施例提供的充放电电路 200 的示意性框图，该充放电电路 200 不利用电机来对电池进行加热，其加热过程不会影响电机正常运行，在对电池加热的过程中电池所在的车辆可以正常行驶。而且不利用电机进行加热，从根源上解决了电机在电池加热过程振动噪声大的问题。

[00254] 如图 2 所示，充放电电路 200 包括：供电模块 210、加热模块 220 和充放电切换模块 230。其中，加热模块 220 包括开关模块 240 及储能模块 250。供电模块 210 包括至少第一电池组。

[00255] 充放电切换模块 230、开关模块 240 以及供电模块 210 包括的至少第一电池组并联连接。储能模块 250 的第一端与开关模块 240 连接，储能模块 250 的第二端与充放电切换模块 230 连接。

[00256] 为了在图 2 所示的充放电电路中形成充电回路或放电回路，需要通过充放电使能信号对充放电切换模块 230 和开关模块 240 进行控制，从而使供电模块 210 包括的至少第一电池组与储能模块 250 之间形成交替切换的充电回路和放电回路，在充电回路和放电回路交替切换的过程中充放电电路 200 中产生有交流波形的电流，该交流波形的电流流经供电模块 210 包括的至少第一电池组，使至少第一电池组的电池内阻发热，从而实现对供电模块 210 包括的电池组进行加热的效果。

[00257] 且图 2 所示的充放电电路中没有利用电动汽车的电机对电池进行加热，在对电池进行加热的过程中，电机不会受加热过程中充放电电路 200 中电流频率的影响，解决了现有技术对动力电池加热过程中电机振动噪声大的问题。而且当利用图 2 所示的充放电电路 200 对电池进行加热时，电机可以正常驱动动力汽车行驶，从而实现行车加热。

[00258] 图 3 示出了本申请实施例提供的充放电电路 200 的另一示意性框图。

[00259] 如图 3 所示，充放电切换模块 230 包括串联的第一切换电路 231 和第二切换电路 232。第一切换电路 231 与第二切换电路 232 的连接点与储能模块 250 的第二端连接。第一切换电路 231 和第二切换电路 232，用于在充放电使能信号的触发下导通或截止。

[00260] 充放电切换模块 230 包括两个切换电路，以便利用这两个切换电路控制充放电电路形成充电回路或放电回路。通过充放电使能信号对第一切换电路 231、第二切换电路 232 和开关模块 240 进行控制，使供电模块 210 与储能模块 250 之间形成交替

切换的充电回路和放电回路，在充放电电路 200 中产生交流波形的电流，从而实现对供电模块 210 包括的电池组进行加热的效果。第一切换电路 231 和第二切换电路 232 的连接点与储能模块 250 的第二端连接，而储能模块 250 的第一端与开关模块 240 连接，如此通过合理地控制开关模块 240、第一切换电路 231 和第二切换电路 232，能够实现供电模块 210 与储能模块 250 之间交替地充放电，从而使供电模块 210 中电池组的内阻发热，达到从电池组内部进行自加热的效果，从电池组内部加热，加热效率更高。

[00261] 图 4 示出了本申请实施例提供的充放电电路 200 的一种电路示意图。

[00262] 上述第一切换电路 231 和第二切换电路 232 可以构成桥臂结构。其中，如图 4 所示，第一切换电路 231 包括第一上桥臂 2311，第二切换电路 232 包括第一下桥臂 2321。第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点与储能模块 250 的第二端连接。第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321，用于在充放电使能信号的触发下导通或断开。通过充放电使能信号对上述第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321 和开关模块 240 进行控制，在充放电电路 200 中产生交流波形的电流，从而实现对供电模块 210 包括的电池组进行加热的效果。

[00263] 如图 4 所示，上述第一上桥臂 2311 包括并联的第一开关 V11 和第一二极管 D11，第一下桥臂 2321 包括并联的第二开关 V12 和第二二极管 D12。其中，第一二极管的阴极 D11 与第一电池组 211 的正极连接，第一二极管 D11 的阳极与第二二极管 D12 的阴极连接，第二二极管 D12 的阳极与第一电池组 211 的负极连接。

[00264] 其中，第一开关 V11 和第二开关 V12 均可以为开关三极管，第一二极管 D11 和第二二极管 D12 均可以为续流二极管。开关三极管和续流二极管均可以称为绝缘栅门极晶体管（Insulated Gate Bipolar Translator, IGBT）。续流二极管通常用于配合电感使用。当电感的电流突然变化时，电感两端的电压会发生突变，有可能损坏电路回路的其他元件。而当配合续流二极管时，电感的电流可以较平缓地变化，避免电压发生突变，提高电路的安全性。因此第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 均采用并联的开关和续流二极管的结构，既能够实现开关功能，能够通过控制第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 中的开关的导通或断开，实现切换充电回路和放电回路。又可以通过第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 中的续流二极管避免电压发生突变，提高整个充放电电路的安全性。

[00265] 且在第一开关 V11 闭合时，第一开关 V11 相当于导线，电流可以在闭合的第一开关 V11 处双向流通，在第一开关 V11 断开时，可以在第一二极管 D11 处实现由第一二极管 D11 的阳极流向其阴极的单向电流流通。第二开关 V12 和第二二极管 D12 的结构及对电流流向所起的作用与第一开关 V11 和第一二极管 D11 相同。

[00266] 第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 均包括上述并联的开关及二极管的结构，能够使充放电切换模块 230 在控制电路通断上具有更多的组合控制方式，控制更加灵活多变，通过合理地控制不同器件的导通或断开，既能够在充放电电路 200 中形成充电回路或放电回路，又可以均衡不同器件的使用频率，提高充放电切换模块 230

包括的各个器件的使用寿命。

[00267] 由于上述第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 主要负责控制电路的通断，因此其主要使用开关功能，因此第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 中也可以不包含续流二极管，而是仅包含开关。如图 5 所示，上述第一上桥臂 2311 包括第三开关 V13，第一下桥臂 2321 包括第四开关 V14。第三开关 V13 和第四开关 V14 可以为开关三极管或继电器开关。

[00268] 第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 仅包括开关的结构，能够使充放电切换模块 230 更加简单地控制电路通断，以在充放电电路 200 中形成充电回路或放电回路，从而实现对电池组进行加热。

[00269] 在本申请的另一一些实施例中，充放电切换模块 230 包括的第一切换电路 231 及第二切换电路 232 还可以有其他变形结构。如图 6 所示，第一切换电路 231 包括第三二极管 D13，第二切换电路 232 包括第五开关 V15。其中，第三二极管 D13 的阴极与第一电池组 211 的正极连接，第三二极管 D13 的阳极与第五开关 V15 的一端连接，第五开关 V15 的另一端与第一电池组 211 的负极连接。

[00270] 在另一种实现方式中，第三二极管 D13 的朝向也可以倒过来，即第三二极管 D13 的阳极通过第六开关 K1 与第一电池组 211 的正极连接，第三二极管 D13 的阴极通过第五开关 V15 与第一电池组 211 的负极连接。

[00271] 上述第五开关 V15 可以为开关三极管或继电器开关。

[00272] 在图 6 所示的充放电电路中，第一切换电路 231 是单向导通的，电流只能从第三二极管 D13 的阳极流向其阴极。第二切换电路 232 是可以双向导通的，第五开关 V15 闭合之后相当于导线，电流即可以从第五开关 V15 的第一端流向第二端，也可以从第五开关 V15 的第二端流向第一端。充放电切换模块 230 只采用一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且只采用一个二极管和一个开关的结构控制策略更加简单，二极管为被动控制，无需主动控制。如此充放电切换模块 230 能够在充放电电路中灵活地切换充电回路或放电回路，从而在充放电电路中形成交流电流。

[00273] 如图 6 所示，在第一切换电路 231 包括第三二极管 D13 的实施方式中，第一切换电路 231 还可以包括第六开关 K1，第六开关 K1 的一端与第一电池组 211 的正极连接，第六开关 K1 的另一端与第三二极管 D13 的阴极连接。

[00274] 其中，第六开关 K1 可以为开关三极管或继电器开关。设置第六开关 K1 是为了防止在不需要对电池进行加热的场景中出现电流从第三二极管 D13 流过的情况，能够防止在不需要加热的场景中因电流从第三二极管中流过而引发的电路故障，提高电路中电器件的使用寿命。

[00275] 图 7 是对图 6 所示的充放电切换模块 230 的变形结构。如图 7 所示，第一切换电路 231 包括第七开关 V16，第二切换电路 232 包括第四二极管 D14。第七开关 V16 的一端与第一电池组 211 的正极连接，第七开关 V16 的另一端与第四二极管 D14 的阴极连接，第四二极管 D14 的阳极与第一电池组 211 的负极连接。

[00276] 在另一种实现方式中，第四二极管 D14 的朝向也可以倒过来，即第四二极

管 D14 的阳极与第七开关 V16 连接，第四二极管 D14 的阴极与第一电池组 211 的负极连接。

[00277] 在图 7 所示的充放电电路中，第一切换电路 231 是可以双向导通的，第七开关 V16 闭合之后相当于导线，电流即可以从第七开关 V16 的第一端流向第二端，也可以从第七开关 V16 的第二端流向第一端。第二切换电路 232 是单向导通的，电流只能从第四二极管 D14 的阳极流向其阴极。充放电切换模块 230 只采用一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且只采用一个二极管和一个开关的结构控制策略更加简单，二极管为被动控制，无需主动控制。如此充放电切换模块 230 能够在充放电电路中灵活地切换充电回路或放电回路，从而在充放电电路中形成交流电流。

[00278] 如图 7 所示，在第二切换电路 232 包括第四二极管 D14 的实施方式中，第二切换电路 232 还包括第八开关 K2。第八开关 K2 串联在第四二极管 D14 与第一电池组 211 的负极之间。

[00279] 其中，第八开关 K2 可以为开关三极管或继电器开关。设置第八开关 K2 是为了防止在不需要对电池进行加热的场景中出现电流从第四二极管 D14 流过的情况，能够防止在不需要加热的场景中因电流从第四二极管中流过而引发的电路故障，提高电路中电器件的使用寿命。

[00280] 上述图 2-图 7 中的储能模块 250 可以仅包括第一储能元件 251（图 2-7 中未画出），第一储能元件 251 包括至少一个电感；第一储能元件 251 的第一端与开关模块 240 连接，第一储能元件 251 的第二端与充放电切换模块 230 连接。

[00281] 储能模块 250 可以只包括第一储能元件 251，第一储能元件 251 可以包括一个或多个电感。通过设置第一储能元件 251，在充放电电路中形成放电回路时供电模块 210 放出的电能，可以被储存在第一储能元件 251 中。在充放电电路切换到充电回路时，第一储能元件 251 可以将其储存的电能回充到供电模块 210 中，从而使供电模块 210 中有交流电流过，使供电模块 210 中电池组的内阻发热，实现从电池组内部进行加热的效果，相对于从外部对电池组加热，使电池组内部自己产热的自加热方式，加热效果更佳。

[00282] 如图 8 所示，储能模块 250 还可以包括第二储能元件 260，第二储能元件 260 连接在第一储能元件 251 的第二端与充放电切换模块 230 之间。第二储能元件 260 包括至少一个电感和/或电容。

[00283] 在第一储能元件 251 与充放电切换模块 230 之间增加第二储能元件 260，第一储能元件 251 与第二储能元件 260 串联。如此在充放电电路中形成放电回路时，供电模块 210 放出的电能可以通过第一储能元件 251 和第二储能元件 260 来共同储存，从而能够储存更多的能量。在充放电电路切换到充电回路时，第一储能元件 251 和第二储能元件 260 将储存的电能回充到供电模块 210 的电池组中。这样由于充放电的电能更多，从而能够在充放电电路中形成更大的充放电电流，电流越大，流经电池组时电池内阻产生的热量越多，从而提高了电池组的温升速度，提高了电池自加热的效率，能够使电池组的温度以最快的速度升至预期温度。而且充放电的能量越多，可以优化

电池自加热过程中的电流、频率参数，提升电池自加热效果。

[00284] 增加第二储能元件 260 后，在充放电电路中形成放电回路时，通过储能模块 250 和第二储能元件 260 来储存能量，能够储存更多的能量，从而可以优化电池自加热过程中的电流、频率参数，提升电池自加热效果。

5 [00285] 储能模块 250 与充放电切换模块 230 之间还可以连接有第九开关 K3，第九开关 K3 与上述第二储能元件 260 串联。第九开关 K3 可以连接在储能模块 250 和第二储能元件 260 之间，也可以连接在第二储能元件 260 与充放电切换模块 230 之间。

[00286] 第九开关 K3 用于为储能模块 250、第二储能元件 260 及开关模块 240 等部件的正常工作提供保护。具体地，若在加热模式下第一切换电路 231 和/或第二切换电路 232 出现故障而发生击穿或短路，必须确保断开储能模块 250 和第二储能元件 260 与供电模块 210 之间的连接，避免储能模块 250 和第二储能元件 260 与供电模块 210 发生短路的情况，通过控制第九开关 K3 可以有效避免此种情况下存在的短路风险。

[00287] 在本申请的一些实施例中，开关模块 240 包括至少一组开关桥臂，储能模块 250 包括至少一个储能器件，储能器件与开关桥臂的数目相等，储能器件与开关桥臂一一对应连接。每个储能器件的第二端的连接点与充放电切换模块 230 连接。

[00288] 其中，每组开关桥臂均包括上桥臂和下桥臂，且上桥臂和下桥臂均包括并联的开关和二极管，或者，上桥臂和下桥臂均包括开关。此处开关可以为开关三极管或继电器开关。

[00289] 开关模块 240 包括至少一组开关桥臂，开关桥臂为对称结构，通过控制每组开关桥臂及充放电切换模块 230 的导通或断开，在充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，从而形成在充放电电路中形成交流波形的电流，该电流流经电池组，使得电池组的内阻发热，实现动力电池自加热的效果。开关桥臂的控制方式简单。第一储能元件包括的储能器件与开关桥臂一一对应连接。提供了扩展充放电电路中储能模块 250 的储能规模的扩展方式，储能器件及开关桥臂少的情况下，则在实现对电池组自加热的前提下能够降低产品成本。而在储能器件及开关桥臂多的情况下，控制复杂度不会有明显增加，但储能模块 250 的储能量会显著增加。储能量增加能够在充放电电路中形成更大的充放电电流，流经电池组时电池内阻产生的热量更多，从而提高了电池组的温升速度，提高了电池自加热的效率，能够使电池组的温度以最快的速度升至预期温度。而且充放电的能量越多，可以优化电池自加热过程中的电流、频率参数，提升电池自加热效果。

[00290] 通过控制每组开关桥臂及充放电切换模块 230 的导通或断开，在充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，从而形成在充放电电路中形成交流波形的电流，该电流流经电池组，使得电池组的内阻发热，实现动力电池自加热的效果。

[00291] 作为一种示例，如图 9 所示，开关模块 240 包括第一开关桥臂 241，第一开关桥臂 241 包括串联的第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412。第一开关桥臂 241 的第一端、充放电切换模块 230 的第一端及供电模块 210 的第一端共线连接。第一开关桥臂 241 的第二端、充放电切换模块 230 的第二端及供电模块 210 的第二端共线连接。

[00292] 储能模块 250 包括第一储能元件，第一储能元件包括至少一个电感；第一

储能元件的第一端与开关模块连接，第一储能元件的第二端与充放电切换模块 230 连接。第一储能元件包括至少一个电感，或者第一储能元件包括至少一个电感和/或电容。第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的连接点与储能模块 250 的第一端连接，储能模块 250 的第二端与充放电切换模块 230 连接。

5 [00293] 图 9 中第一储能元件 251 是以电感 L1 为例进行示意的，实际应用中第一储能元件还可以为电容、串联的多个电感或串联的电感及电容等。第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 均是以并联的开关三极管和续流二极管为例进行示意的，第二上桥臂 2411 包括并联的第十开关 V17 和第五二极管 D15，第二下桥臂 2412 包括并联的第十一开关 V18 和第六二极管 D16。实际应用中第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的结构
10 还可以是任意能够实现开关功能的结构，例如第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 均可以为开关三极管。

[00294] 图 9 中充放电切换模块 230 为串联的第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321，第一上桥臂 2311 包括并联的第一开关 V11 和第一二极管 D11，第一下桥臂 2321 包括并联的第二开关 V12 和第二二极管 D12。除图 9 所示的结构之外，充放电切换模块
15 230 结构还可以为图 5-7 所示的结构中的任一种。

[00295] 在图 9 所示的电路结构中，第一上桥臂 2311、第二上桥臂 2411 和第一电池组 211 的正极共线连接，第一下桥臂 2321、第二下桥臂 2412 和第一电池组 211 的负极共线连接。电感 L1 的一端与第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的连接点连接，电感 L1 的另一端与第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点连接。

20 [00296] 如图 9 所示，第一电池组 211 的两端还可以并联有电容 C2。该电容 C2 可以实现稳压等功能，减小第一电池组 211 的电压波动，提高第一电池组 211 的电压稳定性。如此在行车过程中，可以降低电机控制器对电池电压的采样精度要求。

[00297] 在动力汽车中通过控制模块对开关模块 240 及充放电切换模块 230 进行控制，以在充放电电路中交替切换充电电路和放电电路。具体到图 9 所示的电路结构，
25 控制模块控制第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的通断，以形成第一电池组 211 向电感 L1 放电的回路、以及电感 L1 向第一电池组 211 充电的回路，从而在放电和充电的过程中对第一电池组 211 进行加热。

[00298] 上述控制模块可以是 VCU（整车控制器）或 MCU（电机控制器），也可以是与 VCU 和 MCU 相对独立的其他控制模块，如域控制器等，本申请实施例对此不做具体限定。
30

[00299] 可见，对第一电池组 211 进行加热时，通过控制第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的导通或断开，形成第一电池组 211 向电感 L1 放电的回路、以及电感 L1 向第一电池组 211 充电的回路。放电回路和充电回路来回切换，从而使第一电池组 211 和电感 L1 之间反复进行充放电。由于放电和充
35 电过程中电池内部存在交流电流的流动，因此会使电池的温度升高，实现对电池的自加热。

[00300] 具体地，在对第一电池组 211 进行加热的每个加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。其中，在第一阶段，控制模块可以控制第一上桥臂 2311 和第二下桥臂

2412 同时导通，第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 断开，形成包括第一电池组 211、第一上桥臂 2311、电感 L1 和第二下桥臂 2412 的回路，以由第一电池组 211 向电感 L1 放电，电感 L1 储存电能。放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→V11→电感 L1→V18→第一电池组 211 的负极。

5 [00301] 在第二阶段，再控制第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 同时导通，第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 断开，形成包括第一电池组 211、第一下桥臂 2321、电感 L1 和第二上桥臂 2411 的回路，以由电感 L1 向第一电池组 211 充电。充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→V12→电感 L1→V17→第一电池组 211 的正极。

[00302] 在另一种实现方式中，在第一阶段，控制模块也可以先控制第一下桥臂
10 2321 和第二上桥臂 2411 同时导通，第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 断开，形成包括第一电池组 211、第二上桥臂 2411、电感 L1 和第一下桥臂 2321 的放电回路，以由第一电池组 211 向电感 L1 放电，电感 L1 储存电能。放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→V17→电感 L1→V12→第一电池组 211 的负极。在第二阶段，再控制第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 同时导通，第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 断开，
15 形成包括第一电池组 211、第二下桥臂 2412、电感 L1 和第一上桥臂 2311 的充电回路，以由电感 L1 向第一电池组 211 充电。充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→V18→电感 L1→V11→第一电池组 211 的正极。

[00303] 本申请通过设计合理的控制时序，控制第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的导通或断开，从而形成第一电池组 211 向电感
20 L1 放电的回路、以及电感 L1 向第一电池组 211 充电的回路。放电回路和充电回路来回切换，使第一电池组 211 和电感 L1 之间反复进行充放电，实现对电池的持续加热。

[00304] 在本申请的另一些实施例中，储能模块 250 中可以包括多个电感和/或电容组合的结构，只要储能模块 250 的具体结构能配合第一电池组 211 进行储能即可。开关模块 240 可以包括多组开关桥臂。通过该充放电电路对第一电池组 211 进行加热时，
25 车辆的电机可以正常运行，因此在加热模式下工作时，并不影响车辆的正常行驶。

[00305] 上述各实施例中供电模块 210 包括至少第一电池组 211，图 9 中以供电模块 210 仅包括第一电池组 211 为例进行了说明。在充放电电路中仅包括一个电池组的实施方式中，在电池组放电阶段中储能模块 250 储能，在向电池组充电阶段由储能模块 250 向电池组充电。在此充放电过程中，储能模块 250 储满能量之后就需要立即放电，因此
30 此充放电电路中的电流幅值达到最高值后会立即下降，使得产生的交流电波形为三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种。图 10 示出了在仅包括一个电池组的情况下充放电电路中形成的三角波形的交流电的波形示意图。

[00306] 在本申请实施例中，类三角波形为由于设备的一些误差或电流调制精度等问题导致波形畸变，使得波形从规则的三角波形畸变为类三角波形。导致畸变的误差
35 可以包括设备响应时间延迟、电磁干扰等问题。三角波和类三角波形的每个周期中均仅有一个最大的放电尖峰值和一个最大的充电尖峰值。参考图 10 所示的三角波，对于类三角波来说，类三角波的每个周期中也仅有 t1 时刻会出现最大的放电尖峰值 I1，在 t2 时刻会出现最大的充电尖峰值-I2，I1 和-I2 的电流方向不同。

[00307] 相似地，类正弦波也是由于设备的一些误差或电流调制精度等问题导致波形畸变，使得波形从规则的正弦波畸变为类正弦波。正弦波和类正弦波的每个周期中也均仅有一个最大的放电尖峰值和一个最大的充电尖峰值。

[00308] 在本申请的另一些实施例中，供电模块 210 中还可以包括两个或两个以上的电池组，可以通过本申请实施例的充放电电路对供电模块 210 中的任意两个电池组同时进行加热。也可以可以将供电模块 210 包括的多个电池组划分为两组电池组，每组电池组首尾相连（即排在前的电池组的负极与相邻的后一个电池组的正极连接），相当于一个电池组，如此可以通过充放电回路同时对所有的电池组进行加热。本申请实施例将加热模块 220、充放电切换模块 230 统称为电池加热装置 270，则如图 11 所示，电池加热装置 270 与供电模块 210 连接，电池加热装置 270 用于对供电模块 210 加热。供电模块 210 包括 N 个电池组，N 为大于或者等于 2 的正整数，例如图 11 中所示的第一电池组 211、第二电池组 212、……、第 N 电池组等。本申请实施例中的电池加热装置 270 每次可以同时对其两个电池组进行加热。也就是说，可以将 N 个电池组分为多组，每组两个电池组，电池加热装置 270 每次加热其中的两个电池组。本申请实施例不限定如何对 N 个电池组进行分组，也不限定对各组电池进行加热的顺序。在另一种实现方式中，也可以将 N 个电池组划分为两组，每组中包括的多个电池组，可以相当于一个更大的电池组，如此相当于将 N 个电池组等效为两个电池组的情况。

[00309] 基于上述分析对于包括两个或以上电池组的情况，都可以简化为对两个电池组进行同时加热的情况。下面以第一电池组 211 和第二电池组 212 为例，详细描述同时对第一电池组 211 和第二电池组 212 进行加热的充放电电路结构及控制过程。

[00310] 其中，第一电池组 211 的第一端与充放电切换模块 230 的第一端连接，第一电池组 211 的第二端与第二电池组 212 的第二端、开关模块 240 的第二端、充放电切换模块 230 的第二端共线连接；第二电池组 212 的第一端与开关模块 240 的第一端连接；第一电池组 211 的第一端与第二电池组 212 的第一端之间连接有第十开关 K4。

[00311] 在两个电池组的应用场景中，开关模块 240 及充放电切换模块 230 的结构与上文单电池组的应用场景中的结构相同。储能模块 250 连接在充放电切换模块 230 与开关模块 240 之间。在一种实现方式中，储能模块 250 的一端与充放电切换模块 230 包括的第一切换电路 231 和第二切换电路 232 的连接点连接，储能模块 250 的另一端与开关模块 240 中每组开关桥臂的上下桥臂连接点连接。在另一种实现方式中，储能模块 250 也可以不连接在第一切换电路 231 和第二切换电路 232 的连接点与每组开关桥臂的上下桥臂连接点之间。而是连接在开关模块 240 的第一端和充放电切换模块 230 的第一端之间，或者连接在开关模块 240 的第二端和充放电切换模块 230 的第二端之间。其中，开关模块 240 的第一端和充放电切换模块 230 的第一端为开关模块 240 与充放电切换模块 230 共线连接的一端，开关模块 240 的第二端和充放电切换模块 230 的第二端为开关模块 240 与充放电切换模块 230 共线连接的另一端。

[00312] 第一电池组 211 的第一端可以为第一电池组 211 的正极，第一电池组 211 的第二端可以为第一电池组 211 的负极。第二电池组 212 的第一端可以为第二电池组 212 的正极，第二电池组 212 的第二端可以为第二电池组 212 的负极。

[00313] 第十开关 K4 断开时第一电池组 211 的负极和第二电池组 212 的正极连接，第十开关 K4 闭合时第一电池组 211 的正极和第二电池组 212 的正极连接。在需要加热第一电池组 211 和第二电池组 212 时可以控制第十开关 K4 断开。而在其他情况下，例如第一电池组 211 和第二电池组 212 向动力系统等供电时，可以控制第十开关 K4 闭合。

5 [00314] 第十开关 K4 断开时，第一电池组 211 的正极和第二电池组 212 的正极相连，第一电池组 211 的负极和第二电池组 212 的负极相连。这样，就实现了电流在第一电池组 211 和第二电池组 212 之间的相互流动，实现了第一电池组 211 和第二电池组 212 之间的能量交换。

[00315] 如图 12 所示的充放电电路包括第一电池组 211 和第二电池组 212，充放电切换模块 230 包括串联的第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321，第一上桥臂 2311 包括并联的第一开关 V11 和第一二极管 D11，第一下桥臂 2321 包括并联的第二开关 V12 和第二二极管 D12。储能模块 250 包括电感 L1。开关模块 240 包括第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412，第二上桥臂 2411 包括并联的第十开关 V17 和第五二极管 D15，第二下桥臂 2412 包括并联的第十一开关 V18 和第六二极管 D16。

10 [00316] 其中，第一上桥臂 2311、第二上桥臂 2411 和第二电池组 212 的正极共线连接，第一下桥臂 2321、第二下桥臂 2412、第一电池组 211 的负极以及第二电池组 212 的负极共线连接。电感 L1 的一端与第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的连接点连接，电感 L1 的另一端与第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点连接。第一电池组 211 的正极与第二上桥臂 2411 连接。第一电池组 211 的正极与第二上桥臂 2411 的连接点与第十开关 K4 的一端连接，第十开关 K4 的另一端、第一上桥臂 2311 及第二电池组 212 的正极共线连接。

[00317] 在图 12 中第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 均包括并联的开关三极管和续流二极管。其结构也可以替换为图 13 所示的第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 均仅包括开关三极管的结构，开关三极管也可以替换为继电器开关等任意具有开关功能的元器件。实际应用中第一上桥臂 2311、第一下桥臂 2321、第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 任意之一即可以为并联的开关三极管和续流二极管，也可以仅包括开关，本申请对此不作限定。且充放电切换模块 230 也可以不包括第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321，而是包括图 6 或 7 所示的串联的二极管与开关的组合结构。储能模块 250 也可以包括串联的多个电感，或者串联的电感和电容等。

25 [00318] 储能模块 250 可以连接在充放电切换模块 230 和开关模块 240 之间。例如，如图 12 和图 13 所示，储能模块 250 的一端连接在第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 之间，储能模块 250 的另一端连接在第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 之间。

[00319] 又例如，如图 14 所示，储能模块 250 的一端连接在充放电切换模块 230 的第一端 E11，储能模块 250 的另一端连接在开关模块 240 的第一端 E21 之间。第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点与第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的连接点通过导线连接。第一下桥臂 2321 与第一电池组 211 的负极连接，第二下桥臂 2412 与第二电池组 212 的负极连接，第一下桥臂 2321 与第二下桥臂 2412 不连接。

[00320] 又例如,如图 15 所示,储能模块 250 的一端连接在充放电切换模块 230 的第二端 E12,储能模块 250 的另一端连接在开关模块 240 的第二端 E22 之间。第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点与第二上桥臂 2411 和第二下桥臂 2412 的连接点通过导线连接。第一上桥臂 2311 与第一电池组 211 的正极连接,第二上桥臂 2411 与第二电池组 212 的正极连接,第一上桥臂 2311 与第二上桥臂 2411 不连接。

[00321] 如图 12-15 所示,第一电池组 211 的两端例如还可以并联有电容 C1,第二电池组 212 的两端例如还可以并联有电容 C2。该电容 C1 和该电容 C2 可以实现稳压等功能,减小第一电池组 211 和第二电池组 212 的电压波动,提高第二电池组 212 和第二电池组 212 的电压稳定性。这样在行车过程中,可以降低电机控制器对电池电压的采样精度要求。

[00322] 在动力汽车中 VCU 或 MCU 等控制模块控制开关模块 240 和充放电切换模块 230,以形成第二电池组 212 向储能模块 250 放电的回路、以及储能模块 250 和第二电池组 212 向第一电池组 211 充电的回路,以在放电和充电的过程中对第一电池组 211 和第二电池组 212 进行加热。和/或,控制模块控制开关模块 240 和充放电切换模块 230,以形成第一电池组 211 向储能模块 250 放电的回路、以及储能模块 250 和第一电池组 211 向第二电池组 212 充电的回路,以在放电和充电的过程中对第一电池组 211 和第二电池组 212 进行加热。

[00323] 即控制模块对第一电池组 211 和第二电池组 212 进行加热时,需要对开关模块 240 和充放电切换模块 230 进行控制,通过控制开关模块 240 和充放电切换模块 230 的导通或断开,形成第一电池组 211 和第二电池组 212 中的一个电池组向储能模块 250 放电的回路、以及该电池组和储能模块 250 向其中另一个电池组充电的回路。放电回路和充电回路来回切换,由于放电和充电过程中两个电池组内部都存在电流的流动,因此会使电池组的温度升高,实现对两个电池组的同时加热,且具有较高的加热效率。

[00324] 在一种实现方式中,对于图 12 和图 13 所示的充放电电路,需要对第一电池组 211 和第二电池组 212 进行加热时,每个加热周期均包括第一阶段和第二阶段,在第一阶段,控制模块首先控制第十开关 K4 断开。控制模块可以控制第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 同时导通,形成包括第一电池组 211、第一上桥臂 2311、储能模块 250 和第二下桥臂 2412 的回路,用于第一电池组 211 向储能模块 250 放电。放电的电流路径为:第一电池组 211 的正极→V11→电感 L1→V18→第一电池组 211 的负极。在第二阶段,控制第一上桥臂 2311 和第二上桥臂 2411 同时导通,形成包括第一电池组 211、第一上桥臂 2311、储能模块 250、第二上桥臂 2411 和第二电池组 212 的回路,用于第一电池组 211 和储能模块 250 向第二电池组 212 充电。充电的电流路径为:第一电池组 211 的正极→V11→电感 L1→V17→第二电池组 212 的正极→第二电池组 212 的负极→第一电池组 211 的负极。并且,为了保持该状态不变,可以通过控制 V17 和 V18 的反复切换,来控制向第二电池组 212 充电的时间。

[00325] 进一步地,每个加热周期除了包括第一阶段和第二阶段,还可以包括第三阶段和第四阶段。在第三阶段,控制模块控制第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 同时导通,形成包括第二电池组 212、第二上桥臂 2411、储能模块 250 和第一下桥臂

2321 的回路，用于第二电池组 212 向储能模块 250 放电。放电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→V17→电感 L1→V12→第二电池组 212 的负极。在第四阶段，控制第一上桥臂 2311 和第二上桥臂 2411 同时导通，形成包括第二电池组 212、第二上桥臂 2411、储能模块 250、第一上桥臂 2311 和第一电池组 211 的回路，用于第二电池组 212 和储能模块 250 向第一电池组 211 充电。充电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→V17→电感 L1→V11→第一电池组 211 的正极→第一电池组 211 的负极→第二电池组 212 的负极。并且，为了保持该状态不变，可以通过控制第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的反复切换，来控制向第一电池组 211 充电的时间。

[00326] 类似地，对于图 14 所示的充放电电路，在第一阶段，控制第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 同时导通时，形成第一电池组 211 向储能模块 250 放电的回路，放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→电感 L1→V17→V12→第一电池组 211 的负极。在第二阶段，控制第二下桥臂 2412 及第一下桥臂 2321 同时导通，形成第一电池组 211 和储能模块 250 向第二电池组 212 充电的回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→电感 L1→第二电池组 212 的正极→第二电池组 212 的负极→V18→V12→第一电池组 211 的负极。

[00327] 进一步地，在第三阶段，控制第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 同时导通，形成第二电池组 212 向储能模块 250 放电的回路，放电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→电感 L1→V11→V18→第二电池组 212 的负极。在第四阶段，控制第一下桥臂 2321 和第二下桥臂 2412 同时导通，形成第二电池组 212 和储能模块 250 向第一电池组 211 充电的回路，充电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→电感 L1→第一电池组 211 的正极→第一电池组 211 的负极→V12→V18→第二电池组 212 的负极。其中，可以通过控制各个桥臂上的开关管，来实现各个桥臂的导通和断开。

[00328] 对于图 15 所示的充放电电路，在第一阶段，控制第一下桥臂 2321 和第二上桥臂 2411 同时导通时，形成第二电池组 212 向储能模块 250 放电的回路，放电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→V17→V12→电感 L1→第二电池组 212 的负极。在第二阶段，控制第二上桥臂 2411 及第一上桥臂 2311 同时导通，形成第二电池组 212 和储能模块 250 向第一电池组 211 充电的回路，充电的电流路径为：第二电池组 212 的正极→V17→V11→第一电池组 211 的正极→第一电池组 211 的负极→电感 L1→第二电池组 212 的负极。

[00329] 进一步地，在第三阶段，控制第一上桥臂 2311 和第二下桥臂 2412 同时导通，形成第一电池组 211 向储能模块 250 放电的回路，放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→V11→V18→电感 L1→第一电池组 211 的负极。在第四阶段，控制第一上桥臂 2311 和第二上桥臂 2411 同时导通，形成第一电池组 211 和储能模块 250 向第二电池组 212 充电的回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→V11→V17→第二电池组 212 的正极→第二电池组 212 的负极→电感 L1→第一电池组 211 的负极。

[00330] 可见，针对包括两个及以上的电池组的充放电电路的具体电路结构，通过设计合理的控制时序，控制图 12 至图 15 所示的充放电电路中各个桥臂的导通和断开，形成其中一个电池组向储能模块 250 放电的回路，以及储能模块 250 和该电池组向另

一个电池充电的回路，放电回路和充电回路来回切换，从而在放电和充电的过程中对两个电池同时进行加热，具有较高的加热效率。

[00331] 应理解，图 12-15 所示的充放电电路仅为示意，图中各个桥臂也可以具有其他实现方式。例如，如图 12 所示的一种更优选的实现方式，第一上桥臂 2311 可以包括开关管 V11、以及与开关管 V11 并联的续流二极管 D11。第一下桥臂 2321 可以包括开关管 V12、以及与开关管 V12 并联的续流二极管 D12。开关模块 240 仅包括一组开关桥臂，该开关桥臂中第二上桥臂 2411 可以包括开关管 V17、以及与开关管 V17 并联的续流二极管 D15；第二下桥臂 2412 可以包括开关管 V18、以及与开关管 V18 并联的续流二极管 D16。本申请实施例对各个桥臂的具体形式不做限定，在各个桥臂不包括续流二极管的情况下，仍可以实现该充放电电路的功能。

[00332] 续流二极管通常用于配合电感使用。当电感的电流突然变化时，电感两端的电压会发生突变，有可能损坏电路回路中的其他元件。而当配合续流二极管时，电感的电流可以较平缓地变化，避免电压发生突变，提高电路的安全性。

[00333] 举例来说，如图 12 所示，从一个加热周期的第一阶段进入第二阶段时，即开关管 V17 和开关管 V18 进行切换时，由于存在切换延迟，电流可能在第一阶段中第一电池组 211 向电感 L1 的放电路径中短暂存留，这时续流二极管 D16 就可以对该电流进行缓冲，避免电压发生突变，提高电路的安全性。

[00334] 在上述两个及以上电池组的实施方式中，由于在每个加热周期中，先由一个电池组向储能模块放电，然后再由该电池组及储能模块一起向另一个电池组充电。

因此能够将充电电流或放电电流维持在一个稳定且较高的电流值，从而在充放电电路中产生方波或类方波的交流电流，如图 16 所示的方波示意图。双电池组的设置，可以有效的降低储能模块对加热电流大小以及加热电流频率的约束，通过双电池组的加热方式，能够及时将储能模块的能量泄放至其中一个电池组中，使得电池组的加热电流能够按照预设的加热频率维持在一个稳定且较大的加热电流大小，使得电池在不同温度、SOC 状态下，通过对加热电流频率的调节，使得加热速率能够大幅度提升。加热电流大小能够维持在一个稳定的值，所以在双电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为方波或类方波。

[00335] 在本申请实施例中，类方波为由于设备的一些误差或电流调制精度等问题导致波形畸变，使得波形从规则的方波畸变为类方波。导致畸变的误差可以包括设备响应时间延迟、电磁干扰等问题。方波和类方波的每个周期中均存在一段时间维持稳定的放电电流峰值和一段时间维持稳定的充电电流峰值。参考图 16 所示的方波，对于类方波来说，类方波的单个周期中也存在 0-t1 时段内电流维持在 I1，在 t1-t2 时段内电流维持在 -I2，电流 I1 与 -I2 方向相反。类方波可以包括梯形波或其他任意具有一段时间维持稳定的放电电流峰值和一段时间维持稳定的充电电流峰值的波形。

[00336] 在另一些实施例中也可以通过电机控制器控制充放电的电流频率，降低电流频率，使每个周期中储能模块中储存的电能量尽可能多的回充到电池组中，从而在充放电电路中产生三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种波形的交流电流，如图 10 所示。

[00337] 其中，产生方波或类方波的场景中充放电的电流频率大于产生三角波、类三角波形、正弦波形及类正弦波形等波形的场景中的电流频率。

[00338] 在本申请的另一些实施例中，开关模块 240 包括至少一组开关支路，至少一组开关支路包括串联的开关和二极管；储能模块 250 中的第一储能元件 251 包括至少一个储能器件，储能器件与开关支路的数目相等，储能器件与开关支路一一对应连接。开关支路中的二极管的阴极与供电模块 210 的正极连接，开关支路中的二极管的阳极与供电模块 210 的负极连接。

[00339] 在该实施例中，开关模块中包括串联的开关和二极管构成的开关支路，采用串联的一个二极管和一个开关，相比于采用 2 个开关管构成的开关桥臂的成本降低一半，节省了开关期间的成本。且二极管为被动控制，无需主动控制，采用一个二极管和一个开关的结构控制策略更加简单。另外，提供了开关模块更多的结构变形，与充放电切换模块的不同变形结构，可以组合出更多种充放电电路的具体电路结构，以满足对充放电电路结构的不同用户需求或工业生产需求。开关支路中的二极管的阴极与供电模块的正极连接，二极管的阴极能够截止电流，防止供电模块的正极与负极之间直接通过二极管正向导通，提高充放电电路的安全性。

[00340] 对于图 9、12-15 中开关模块 240 的结构均可以替换为上述开关支路的结构。以图 9 为例，对开关模块 240 的结构进行变形，如图 17 所示，开关模块 240 中包括串联的开关 V18 和二极管 D15。作为另一种示例，以图 9 为例，对图 9 中的开关模块 240 和充放电切换模块 230 的结构进行变形，如图 18 所示，开关模块 240 中包括串联的开关 V18 和二极管 D15，充放电切换模块 230 包括串联的开关 V11 和二极管 D11。对于图 12-15 中开关模块 240 和充放电切换模块 230 的不同结构组合方式，在此不再一一举例进行说明。

[00341] 上述各实施例提供的充放电电路中均未直接使用车辆的电机来对电池进行加热，而是额外增加了加热模块 220 和充放电切换模块 230 等部件来实现电池自加热功能。从而在对电池进行加热的过程中，电机可以正常运行，对动力电池进行加热不会影响动力电池所在车辆的正常行驶。

[00342] 在本申请的另一些实施例中，为了避免在对动力电池加热时增加不必要的成本，也可以利用车辆自带的电机回路对动力电池进行加热。相应地，储能模块 250 包括 M 相电机，开关模块 240 包括 M 相桥臂，M 为正整数。其中，M 相桥臂与供电模块 210 及充放电切换模块 230 并联连接；M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接；充放电切换模块 230 与 M 相绕组的连接点连接。

[00343] 供电模块 210 包括至少一个电池组，电池组可以是包括多个电池模块的集合，也可以是包括多个电芯的电池模块。开关模块 240 包括的 M 相桥臂可以由电机对应的逆变器来实现，每一项相桥臂均包括上桥臂和下桥臂。例如，三相电机对应的逆变器包括三相桥臂，包括三个上桥臂以及三个下桥臂。

[00344] 为了在充放电电路中形成充电回路或放电回路，需要导通 M 相桥臂的上桥臂或下桥臂，以及导通充放电切换模块 230 的第一切换电路 231 或第二切换电路 232。假设，供电模块 210 的上端为正极，下端为负极，当 M 相桥臂的上桥臂以及第二切换

电路 232 导通时，形成放电回路，此时电流从供电模块 210 的正极流出，经过 M 相桥臂的 M 个上桥臂，再经过 M 相电机，从第二切换电路 232 回到供电模块的负极。当 M 相桥臂的下桥臂以及第一切换电路 231 导通时，形成充电回路，此时电流从供电模块 210 的负极流出，经过 M 相桥臂的 M 个下桥臂，再经过 M 相电机，从第一切换电路 231 回到供电模块 210 的正极。

[00345] 通过周期性切换充电回路以及放电回路，使得电流在供电模块 210 内部流动，从而产生热量为供电模块 210 加热。

[00346] 在本实施例中，储能模块 250 包括的 M 相电机不仅连接开关模块 240 包括的 M 相桥臂，还连接充放电切换模块 230，使得流经 M 相桥臂的电流可以同时从 M 相电机的所有绕组中流入，并从所有绕组的另一端流出，从而使得流经驱 M 相电机所有绕组的电流可以是同方向以及同大小的电流，并非方向不同的交流电流。因此，可以有效降低在利用电机回路加热动力电池的过程中，电机振动噪声过大的问题。

[00347] 下面结合附图，详细描述利用电机来加热电池的充放电电路的电路结构。首先仅包括一个电池组的充放电电路，该一个电池组可以为一个电池包，也可以为多个电池包组合而成。本申请实施例将充放电电路包括的这一个电池组称为第一电池组。

[00348] 在充放电电路中，供电模块 210 包括第一电池组 211，开关模块 240 包括 M 相桥臂，储能模块 250 包括 M 相电机，充放电切换模块 230 包括串联的第一切换电路 231 和第二切换电路 232。第一电池组 211、M 相桥臂以及充放电切换模块 230 并联连接；M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接；充放电切换模块 230 中第一切换电路 231 和第二切换电路 232 连接点与 M 相电机连接。

[00349] 如图 19 所示，M 相桥臂以三相桥臂为例，包括桥臂 331、桥臂 332 以及桥臂 333。相应地，M 相电机为三相绕组电机，包括三个绕组，即分别为绕组 311、绕组 312 以及绕组 313。第一电池组 211、桥臂 331、桥臂 332、桥臂 333 以及充放电切换模块 230 并联连接。桥臂 331 的上桥臂 3311 与下桥臂 3312 的连接点与绕组 311 的一端相连，桥臂 332 的上桥臂 3321 与下桥臂 3322 的连接点与绕组 312 的一端相连，桥臂 333 的上桥臂 3331 与下桥臂 3332 的连接点与绕组 313 的一端相连。绕组 311 的另一端、绕组 312 的另一端、绕组 313 的另一端共线连接，绕组 311、绕组 312 以及绕组 313 共线连接的连接点称为中性点。在充放电切换模块 230 的第一切换电路 231 和第二切换电路 232 的连接点与电机的中性点连接。

[00350] 在图 19 中，充放电切换模块 230 的结构是以桥臂结构进行示意的。第一切换电路 231 包括第一上桥臂 2311，第二切换电路 232 包括第一下桥臂 2321。

[00351] 如图 19 所示，第一电池组 211、上桥臂 3311~3331、绕组 311~313 以及充放电切换模块 230 的第一下桥臂 2321 共同形成放电回路。放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→桥臂 331 的上桥臂 3321、桥臂 332 的上桥臂 3321 以及桥臂 333 的上桥臂 3331→绕组 311、312 以及 313→第一下桥臂 2321→第一电池组 211 的负极。

[00352] 另一方面，第一电池组 211、下桥臂 3312~3332、绕组 311~313 以及充放电切换模块 230 的第一上桥臂 2311 共同形成充电回路（图中未示出）。充电的电流路径

为：第一电池组 211 的负极→桥臂 331 的下桥臂 3312、桥臂 332 的下桥臂 3322 以及桥臂 333 的下桥臂 3332→绕组 311、312 以及 313→第一上桥臂 2311→第一电池组 211 的正极。

[00353] 在图 19 所示的实施例中，通过将电机绕组的连接点与第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点进行连接，从而在充电或放电时允许电流能够同时从所有绕组流入，而无需再经过任意一相绕组流出，由于三相绕组通入或流出的电流始终是大
5 小相等，相位差为零，使得三相空间对称的绕组合成的定子磁场接近为零，从而使得在利用电机回路加热动力电池时由于定子磁场与转子磁场相互作用产生的振动噪声得到有效抑制。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而
10 延长了电池自加热使用时间。

[00354] 在一个示例中，在 M 相电机与充放电切换模块 230 之间设置第二储能元件 260，第二储能元件 260 可以包括至少一个外接电感，或者包括至少一个电容，或者包括串联的至少一个电感和/或电容等。具体地，充放电切换模块 230 中第一切换电路 231 和第二切换电路 232 的连接点与第二储能元件 260 的一端连接，第二储能元件 260
15 的另一端与 M 相电机的中性点连接。

[00355] 如图 20 所示的充放电电路，其与图 19 所示的电路结构的区别在于，在图 20 中三相电机的中性点与第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的连接点之间设置有外接电感单元 321。可选地，外接电感单元 321 还可以是导线，如图 19 所示。另外，本申请实施例对外接电感单元的数量也可以不作限定。

[00356] 在电机绕组与充放电切换模块 230 之间增加第二储能元件 260，通过第二储能元件 260 与电机绕组共同储能，有助于提高放电回路中储存的电感，在充电回路中再将储存的电感回充到电池组中，从而提高对电池组的加热效率。在图 20 中，通过在电机与充放电切换模块 230 之间设置外接电感单元，可以增加电感量，有利于降低加热过程中电流的纹波，从而能够有效提高充放电的电流，提高充放电效率。

[00357] 可选地，M 相电机也可以是六相绕组电机，相应地，M 相绕组可以是六相绕组电机中的全部绕组。可选地，M 相桥臂可以是三相桥臂，也可以是六相桥臂。

[00358] 其中，图 19 和 20 中充放电切换模块 230 的结构可以是图 4-7 所示的任一充放电切换模块 230 的结构。具体地，在一种示例中，可以将图 19 和 20 中第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 中的续流二极管去掉，仅保留开关三极管，开关三极管也可以
30 替换为继电器开关等其他具有开关功能的元器件。

[00359] 在另一种示例中，充放电切换模块 230 的结构也可以不是桥臂结构，而是包括串联的二极管和开关。如图 21 所示，充放电切换模块 230 包括串联的二极管 D7 和开关管 V7。第一电池组 211 的正极、开关模块 240 的所有上桥臂及二极管 D7 的阴极共线连接，第一电池组 211 的负极、开关模块 240 的所有下桥臂及开关管 V7 的一端
35 共线连接。开关模块 240 每组桥臂的上下桥臂连接点分别与三相电机的三相绕组 LA、LB 及 LC 一一对应连接。三相绕组 LA、LB 及 LC 的共同连接点与二极管 D7 和开关管

V7的连接点相连。二极管D7的阳极与开关管V7的一端连接，开关管V7的另一端与第一电池组211的负极连接。

[00360] 在图21所示的电路结构中，控制开关模块240的所有上桥臂、开关K以及开关管V7闭合，形成第一电池组211、控制开关模块240的所有上桥臂、绕组LA、LB及LC、开关K、电感L以及开关管V7之间的放电回路，放电的电流路径为：第一
5 电池组211的正极→控制开关模块240的所有上桥臂→绕组LA、LB及LC→开关K→电感L→开关管V7→第一电池组211的负极。以及，控制控制开关模块240的所有下桥臂及开关K闭合，控制开关模块240的所有上桥臂及开关管V7断开。则形成第一电
10 池组211、开关模块240的所有下桥臂、绕组LA、LB及LC、开关K、电感L以及二
极管D7之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组211的负极→开关模块240
的所有下桥臂→绕组LA、LB及LC→开关K→电感L→二极管D7→第一电池组211
的正极。

[00361] 图21中二极管D7也可以反向设置，即将二极管D7的阴极与开关管V7连接，二极管D7的阳极与第一电池组211的正极连接。将二极管D7反向设置后，在放
15 电过程中，控制开关K及开关模块240的所有下桥臂闭合，开关模块240的所有上桥
臂及开关管V7断开，形成第一电池组211、开关K、二极管D7、电感L、绕组LA、
LB及LC以及开关模块240的所有下桥臂之间的放电回路，放电的电流路径为：第一
20 电池组211的正极→二极管D7→电感L→开关K→绕组LA、LB及LC→开关模块240
的所有下桥臂→第一电池组211的负极。在充电过程中，控制开关模块240的所有上
桥臂、开关K及开关管V7闭合，开关模块240的所有下桥臂断开，形成第一电池组
211、开关模块240的所有上桥臂、绕组LA、LB及LC、开关K、电感L、开关管V7
之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组211的负极→开关管V7→电感L→
开关K→绕组LA、LB及LC→开关模块240的所有上桥臂→第一电池组211的正极。

[00362] 图21中开关K和电感L也可以只设置其中任意一个。也可以不设置开关K
25 和电感L，而是通过导线连接绕组LA、LB及LC的中性点与充放电切换模块230。

[00363] 在图21所示的电路结构中，充放电切换模块230只采用一个续流二极管和一个三极管，相比于采用2个开关管成本降低一半，节省开关期间的成本。且二极管D7为被动控制，无需主动控制，控制策略更加简单。

[00364] 图21中的电路结构也可以变形为图20所示的电路结构。图22与图21的区别在于，将开关K设置在二极管D7的阴极与开关模块240的连接点之间。在图22中。
30 控制开关模块240的所有上桥臂以及开关管V7闭合，形成第一电池组211、控制开关
模块240的所有上桥臂、绕组LA、LB及LC、电感L以及开关管V7之间的放电回路，
放电的电流路径为：第一电池组211的正极→控制开关模块240的所有上桥臂→绕组
LA、LB及LC→电感L→开关管V7→第一电池组211的负极。以及，控制控制开关模
35 块240的所有下桥臂及开关K闭合，控制开关模块240的所有上桥臂及开关管V7断开。
则形成第一电池组211、开关模块240的所有下桥臂、绕组LA、LB及LC、电感L、

二极管 D7 以及开关 K 之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→开关模块 240 的所有下桥臂→绕组 LA、LB 及 LC→电感 L→二极管 D7→开关 K→第一电池组 211 的正极。

[00365] 图 22 中的二极管 D7 的朝向也可以反向设置。即将二极管 D7 的阳极与开关 K 连接，二极管 D7 的阴极与开关管 V7 连接。将二极管 D7 反向设置后，在放电过程中，控制开关 K 及开关模块 240 的所有下桥臂闭合，开关模块 240 的所有上桥臂及开关管 V7 断开，形成第一电池组 211、开关 K、二极管 D7、电感 L、绕组 LA、LB 及 LC 以及开关模块 240 的所有下桥臂之间的放电回路，放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→开关 K→二极管 D7→电感 L→绕组 LA、LB 及 LC→开关模块 240 的所有下桥臂→第一电池组 211 的负极。在充电过程中，控制开关模块 240 的所有上桥臂及开关管 V7 闭合，开关模块 240 的所有下桥臂及开关 K 断开，形成第一电池组 211、开关模块 240 的所有上桥臂、绕组 LA、LB 及 LC、电感 L、开关管 V7 之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→开关管 V7→电感 L→绕组 LA、LB 及 LC→开关模块 240 的所有上桥臂→第一电池组 211 的正极。

[00366] 在图 22 中，开关 K 设置在二极管 D7 与第一电池组 211 的正极之间，可以在充放电切换模块 230 发生故障时断开开关 K，以避免充放电切换模块 230 的故障导致电路中其他器件的损坏。

[00367] 图 19 中的电路结构也可以变形为图 23 所示的电路结构。图 23 与图 21 的区别在于，二极管 D7 与开关管 V7 的位置互换。在图 23 中，开关管 V7 与第一电池组 211 的正极连接，二极管 D7 与第一电池组 211 的负极连接。在图 23 所示的电路结构中，控制开关模块 240 的所有下桥臂、开关 K 以及开关管 V7 闭合，形成第一电池组 211、控制开关模块 240 的所有下桥臂、绕组 LA、LB 及 LC、开关 K、电感 L 以及开关管 V7 之间的放电回路，放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→开关管 V7→电感 L→开关 K→绕组 LA、LB 及 LC→控制开关模块 240 的所有下桥臂→第一电池组 211 的负极。以及，控制控制开关模块 240 的所有上桥臂及开关 K 闭合，控制开关模块 240 的所有下桥臂及开关管 V7 断开。则形成第一电池组 211、开关模块 240 的所有上桥臂、绕组 LA、LB 及 LC、开关 K、电感 L 以及二极管 D7 之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→二极管 D7→电感 L→开关 K→绕组 LA、LB 及 LC→开关模块 240 的所有上桥臂→第一电池组 211 的正极。

[00368] 图 23 中二极管 D7 的朝向也可以反向设置，即将二极管 D7 的阳极与开关管 V7 连接，二极管 D7 的阴极与第一电池组 211 的负极连接。控制方式也相应调整即可，在此不再赘述。

[00369] 图 23 中开关 K 和电感 L 也可以只设置其中任意一个。也可以不设置开关 K 和电感 L，而是通过导线连接绕组 LA、LB 及 LC 的中性点与充放电切换模块 230。

[00370] 在图 23 所示的电路结构中，充放电切换模块 230 只采用一个续流二极管和一个三极管，相比于采用 2 个开关管成本降低一半，节省开关期间的成本。且二极管

D7 为被动控制，无需主动控制，控制策略更加简单。

[00371] 图 23 中的电路结构也可以变形为图 24 所示的电路结构。图 24 与图 23 的区别在于，将开关 K 设置在二极管 D7 与第一电池组 211 的负极之间。在图 24 所示的电路结构中，控制开关模块 240 的所有下桥臂以及开关管 V7 闭合，形成第一电池组 211、
5 控制开关模块 240 的所有下桥臂、绕组 LA、LB 及 LC、电感 L 以及开关管 V7 之间的放电回路，放电的电流路径为：第一电池组 211 的正极→开关管 V7→电感 L→绕组 LA、LB 及 LC→控制开关模块 240 的所有下桥臂→第一电池组 211 的负极。以及，控制控制开关模块 240 的所有上桥臂及开关 K 闭合，控制开关模块 240 的所有下桥臂及开关管 V7 断开。则形成第一电池组 211、开关模块 240 的所有上桥臂、绕组 LA、LB
10 及 LC、开关 K、电感 L 以及二极管 D7 之间的充电回路，充电的电流路径为：第一电池组 211 的负极→开关 K→二极管 D7→电感 L→绕组 LA、LB 及 LC→开关模块 240 的所有上桥臂→第一电池组 211 的正极。

[00372] 图 24 中二极管 D7 的朝向也可以反向设置，即将二极管 D7 的阳极与开关管 V7 连接，二极管 D7 的阴极与开关 K 连接。控制方式也相应调整即可，在此不再赘述。

15 [00373] 在图 24 中，开关 K 设置在二极管 D7 与第一电池组 211 的负极之间，可以在充放电切换模块 230 发生故障时断开开关 K，以避免充放电切换模块 230 的故障导致电路中其他器件的损坏。

[00374] 上述各实施例都是利用一个电机来加热电池的情况，实际应用场景中有的电动汽车具有两个电机，也可以利用两个电机来对动力电池进行加热。对于具有双电机
20 的用电设备，可以利用两个电机来对电池组加热，其中一个电机的逆变器相当于开关模块，另一个电机的逆变器相当于充放电切换模块。两个电机的绕组相当于储能模块。通过控制两个电机的逆变器中各个桥臂的导通或断开，在充放电电路中交替地切换充电回路和放电回路。图 25 和图 26 示出了本申请实施例提供的利用双电机对电池加热的充放电电路的电路结构。

25 [00375] 在一个示例中，M 相电机为双电机，包括第一 M 相电机及第二 M 相电机；第一 M 相电机的 M 相绕组连接点与第二 M 相电机的 M 相绕组连接点连接。具体地，第一 M 相电机及第二 M 相电机可以均为三相绕组电机，第一 M 相电机包括绕组 311、绕组 312 以及绕组 313；第二 M 相电机包括绕组 321、绕组 322 以及绕组 323。绕组 311、312、313 的共同连接点与绕组 321、322、323 的共同连接点连接。

30 [00376] 在包括双电机的电路结构中，开关模块 240 包括的 M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与第一 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接。具体地，开关模块 240 中 M 相桥臂包括桥臂 331、桥臂 332 以及桥臂 333。具体地，桥臂 331 的上桥臂 3311 与下桥臂 3312 的连接点与绕组 311 的一端相连，桥臂 332 的上桥臂 3321 与下桥臂 3322 的连接点与绕组 312 的一端相连，桥臂 333 的上桥臂 3331 与下桥臂 3332 的连接点与绕组
35 313 的一端相连。

[00377] 在包括双电机的电路结构中，充放电切换模块 230 也包括 M 相桥臂，其 M

相桥臂的上下桥臂连接点分别与第二 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接。具体地，充放电切换模块 230 包括桥臂 341、桥臂 342 以及桥臂 343。桥臂 341 的上桥臂 3411 和下桥臂 3412 的连接点与绕组 321 的一端相连，桥臂 342 的上桥臂 3421 与下桥臂 3422 的连接点与绕组 322 的一端相连，桥臂 343 的上桥臂 3431 与下桥臂 3432 的连接点与绕组 323 的一端相连，绕组 311 的另一端，绕组 312 的另一端、绕组 313 的另一端、绕组 321 的另一端、绕组 322 的另一端以及绕组 323 的另一端的共同连接点连接。

[00378] 如图 25 所示，供电模块 210、上桥臂 3311、3321、3331、绕组 311~313、绕组 321~323 以及下桥臂 3412、3422、3432 共同形成放电回路。如图 26 所示，供电模块 210、下桥臂 3312、3322、3332、绕组 311~313、绕组 321~323 以及上桥臂 3411、3421、3431 共同形成充电回路。其中，在控制模块（图中未示出）的控制下，充电回路和放电回路周期性地交替导通。

[00379] 在另一种实现方式中，也可以控制充放电切换模块 230 的 M 相桥臂的上桥臂和开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块 210、开关模块 240 的 M 相桥臂的下桥臂、第一 M 相电机、第二 M 相电机及充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的放电回路。如图 25 或 22 所示的电路结构，即控制下桥臂 3312、3322、3332 及上桥臂 3411、3421、3431 均导通，形成第一电池组 211、上桥臂 3411、3421 及 3431、绕组 321~323、绕组 311~313、下桥臂 3312、3322 及 3332 之间的放电回路。

[00380] 以及，控制开关模块 240 的 M 相桥臂的上桥臂和充放电切换模块 230 的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块 210、充放电切换模块 230 的 M 相桥臂的下桥臂、第一 M 相电机、第二 M 相电机及开关模块 210 的 M 相桥臂的上桥臂之间的充电回路。如图 25 或 22 所示的电路结构，即控制上桥臂 3311、3321、3331 与下桥臂 3412、3422、3432 导通，形成第一电池组 211、下桥臂 3412、3422 及 3432、绕组 321~323、绕组 311~313、上桥臂 3311、3321 及 3331 之间的充电回路。

[00381] 在图 25 和图 26 所示的实施例中，通过控制流入绕组 311~313 的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第一电机的振动噪声。类似地，通过控制流出绕组 321~323 的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第二电机的振动噪声。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而延长了电池自加热使用时间。

[00382] 可选地，上述第一 M 相电机可以是六相电机，第二 M 相电机为三相电机。储能模块 250 为六相电机中的全部绕组，第二储能元件 260 为三相电机中的全部绕组。

[00383] 可选地，第一 M 相电机可以为三相电机，第二 M 相电机为六相电机，储能模块 250 为三相电机中的全部绕组，第二储能元件 260 为六相电机中的全部绕组。

[00384] 可选地，第一 M 相电机为六相电机，第二 M 相电机为六相电机，储能模块 250 为六相电机中的全部绕组，储能模块 250 为另一六相电机中的全部绕组。

[00385] 上述第一 M 相电机和第二 M 相电机也可以是其他任意相电机的组合方式，本申请实施例对此不作限定。

[00386] 在本申请的另一些实施例中利用电机对电池进行加热的充放电电路中也可以包括两个或两个以上的电池组。图 27 示出了包括两个或以上电池组的充放电电路的示意性框图。

[00387] 如图 27 所示，充放电电路包括：供电模块 210、开关模块 240、储能模块 250 以及充放电切换模块 230。

[00388] 具体地，供电模块 210 包括第一电池组 211 以及第二电池组 212。第一电池组 211 与第二电池组 212 之间连接有第十开关（图中未示出，虚线表示连接关系可变），第十开关的开闭改变第一电池组 211 与第二电池组 212 之间的连接关系。具体地，当第十开关闭合时，第一电池组 211 与第二电池组 212 并联连接；断开时第一电池组 211 与第二电池组 212 串联连接。电池组可以是包括多个电池模块的集合，也可以是包括多个电芯的电池模块。开关模块 240 可以由逆变器实现，包括 M 相桥臂，M 为正整数；每一相桥臂包括上桥臂和下桥臂，例如，三相桥臂包括三个上桥臂以及三个下桥臂。储能模块 250 可以包括 M 相电机；例如，M 相电机为三相绕组电机，具有三相绕组。充放电切换模块 230 包括第一切换电路 231 和第二切换电路 232。在包括双电池组的充放电电路中，第一切换电路 231 包括第一上桥臂 2311，第二切换电路 232 包括第一下桥臂 2321。第一上桥臂 2311 和第一下桥臂 2321 的结构可以为并联的三极管和续流二极管，也可以仅包括开关。

[00389] 在一个示例中，如图 28 所示，第一电池组 211 与开关模块 240 包括的 M 相桥臂并联连接，其中第一电池组 211 的第一端、M 相桥臂的上桥臂共线连接；M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接；充放电切换模块 230 的上下桥臂连接点与 M 相电机的中性点连接。充放电切换模块 230 的上下桥臂连接点可以直接通过导线与 M 相电机的中性点连接。也可以在充放电切换模块 230 的上下桥臂连接点与 M 相电机的中性点之间连接第二储能元件 260，第二储能元件 260 可以包括至少一个电感，或者包括串联的电感和电容等。充放电切换模块 230 的上下桥臂连接点与 M 相电机的中性点之间还可以设置第九开关。

[00390] 第二电池组 212 的第一端与充放电切换模块 230 的第一上桥臂 2311 共线连接；第二电池组 212 的第二端与第一电池组 211 的第二端、M 相桥臂、充放电切换模块 230 的第一下桥臂 2321 共线连接；第十开关 K4 设置于第一电池组 211 的第一端与第二电池组 212 的第一端之间。

[00391] 具体地，M 相桥臂可以为三相桥臂，包括桥臂 431、桥臂 432 以及桥臂 433；相应地，M 相电机为三相绕组电机，包括三相绕组，即分别为绕组 411、绕组 412 以及绕组 413。

[00392] 当需要利用电机对供电模块 210 进行加热时，断开第十开关 K4，此时第一

电池组 211 与第二电池组 212 串联。通过控制 M 相桥臂的上桥臂或下桥臂，以及充放电切换模块 230 的第一上桥臂 2311 与第一下桥臂 2321，可以实现第一电池组 211 与第二电池组 212 的充放电控制。假设，在第一周期，第一电池组 211 放电，第二电池组 212 充电。此时，第一电池组 211 的放电电流从其正极流出，经过桥臂 431~433 的上桥臂 4311、4321、4331，进入绕组 411~413，在经过充电切换模块 230 的第一上桥臂 2311 进入第二电池组 212 的正极，并从第二电池组 212 的负极流出，最后回到第一电池组 211 的负极。

[00393] 如图 29 所示，在第二周期，第一电池组 211 充电，第二电池组 212 放电。此时，第二电池组 212 的放电电流从其正极流出，经过充放电切换模块 230 的第一上桥臂 2311 进入进入绕组 411~413，再经过桥臂 431~433 的上桥臂 4311、4321、4331 进入第一电池组 211 的正极，并从第一电池组 211 的负极流出，最后回到第二电池组 212 的负极。

[00394] 在本实施例中，通过双电池组的设计，可以有效的降低电机电感对加热电流大小以及加热电流频率的约束，通过双电池的加热方式，能够及时将储能模块的能量泄放至其中一个电池中，使得电池的加热电流能够按照预设的加热频率维持在一个稳定的加热电流大小，即充放电电路中能够产生方波或类方波的交流电流，使得电池在不同温度、SOC 状态下，通过对加热电流频率的调节，使得加热速率能够大幅度提升。

[00395] 图 30 示出了利用双电机对双电池组进行加热的充放电电路的电路结构，即 M 电机为双电机时的电路拓扑。

[00396] 具体地，如图 30 所示，M 相电机为双电机，包括第一 M 相电机及第二 M 相电机；第一 M 相电机的 M 相绕组连接点与第二 M 相电机的 M 相绕组连接点连接。具体地，第一 M 相电机及第二 M 相电机可以均为三相绕组电机，第一 M 相电机包括绕组 411、绕组 412 以及绕组 413；第二 M 相电机包括绕组 441、绕组 442 以及绕组 443。绕组 411、412、413 的共同连接点与绕组 441、442、443 的共同连接点连接。

[00397] 开关模块 240 包括的 M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与第一 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接。具体地，开关模块 240 中 M 相桥臂包括桥臂 431、桥臂 432 以及桥臂 433。具体地，桥臂 431 的上桥臂 4311 与下桥臂 4312 的连接点与绕组 411 的一端相连，桥臂 432 的上桥臂 4321 与下桥臂 4322 的连接点与绕组 412 的一端相连，桥臂 433 的上桥臂 4331 与下桥臂 4332 的连接点与绕组 413 的一端相连。

[00398] 充放电切换模块 230 也包括 M 相桥臂，其 M 相桥臂的上下桥臂连接点分别与第二 M 相电机的 M 相绕组一一对应连接。具体地，充放电切换模块 230 包括桥臂 421、桥臂 422 以及桥臂 423。桥臂 421 的上桥臂 4211 和下桥臂 4212 的连接点与绕组 441 的一端相连，桥臂 422 的上桥臂 4221 与下桥臂 4222 的连接点与绕组 442 的一端相连，桥臂 423 的上桥臂 4231 与下桥臂 4232 的连接点与绕组 443 的一端相连，绕组 441 的另一端，绕组 442 的另一端、绕组 443 的另一端、绕组 411 的另一端、绕组 412 的

另一端以及绕组 413 的另一端的共同连接点连接。

[00399] 在图 30 的实施例中，通过控制流入绕组 411~413 的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第一电机的振动噪声。类似地，通过控制流出绕组 441~443 的电流的大小相等且相位相同，从而在利用电机回路加热动力电池的过程中，能够有效抑制第二电机的振动噪声。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而延长了电池自加热使用时间。

[00400] 图 31 示出了本申请实施例提供的充放电系统 500 的示意性框图。该充放电系统 500 包括控制模块 530 和上述任一实施例中的充放电电路 200。

[00401] 控制模块 530 用于向充放电电路 200 发送指令以控制供电模块 210 进行充放电。如图 31 所示，充放电电路 200 包括供电模块 210、开关模块 240、储能模块 250 以及充放电切换模块 230。控制模块 530 与开关模块 240 及充放电切换模块 230 连接，用于向开关模块 240 及充放电切换模块 230 发送充放电使能信号，以控制开关模块 240 及充放电切换模块 230 的导通或截止，从而在充放电电路 200 中形成交替切换的充电回路或放电回路。

[00402] 在一个示例中，控制模块 530 可以包括整车控制器或车辆控制器（Vehicle control unit, VCU）和/或电机控制器。

[00403] 在一个示例中，供电模块 210 为动力电池。

[00404] 在利用充放电系统 500 为供电模块 210 进行加热时，控制模块 530 向开关模块 240 及充放电切换模块 230 发送使能信号，以控制充放电电路中的开关模块 240 及充放电切换模块 230 的导通或截止，以形成充电回路或放电回路。

[00405] 当充放电电路中仅包括一个电池组时，开关模块 240 包括至少一组开关桥臂，充放电切换模块 230 包括第一切换电路 231 和第二切换电路 232，响应于控制模块 530 发送的使能信号，每组开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，并且充放电切换模块 230 的第一切换电路 231 导通或第二切换电路 232 导通，使得形成充电回路或放电回路；反复切换充电回路或放电回路，以对供电模块 210 进行充放电，从而利用电流经过供电模块 210 内部时产生的热量为其进行加热。

[00406] 当充放电电路包括至少两个电池组时，则响应于控制模块 530 发送的使能信号，组开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，并且充放电切换模块 230 的第一切换电路 231 导通或第二切换电路 232 导通，使得形成充电回路或放电回路；通过充电回路或放电回路对第一电池组或第二电池组进行充放电，充放电包括切换第一电池组与第二电池组的充放电状态；其中，充放电状态包括第一电池组充电，同时第二电池组放电；或者第一电池组放电，同时所述第二电池组充电。

[00407] 在一个示例中，控制模块 530 用于：确定动力电池的荷电状态 SOC。荷电状态（State Of Charge, SOC）是指电池在一定的放电倍率下，剩余电量与相同条件下额定容量的比值。SOC 是电池管理系统的重要参数之一，也是整个汽车的充放电控制

策略和电池均衡工作的依据。但是由于锂电池本身结构的复杂性，其荷电状态不能通过直接测量得到，仅能根据电池的某些外部特性，如电池的内阻、温度、电流等相关参数，利用相关的特性曲线或计算公式完成对 SOC 的估算工作。

[00408] 在一个示例中，控制模块 530 还用于：接收电池管理系统 BMS 发送的加热请求，加热请求用于指示动力电池满足加热条件。

[00409] 在一个示例中，通过接收电池管理系统（Battery Management System，BMS）发送的加热请求，使得控制模块 530 能够及时为动力电池进行加热，避免影响车辆等动力装置的使用。

[00410] 在一个示例中，控制模块 530 还用于：在动力电池的温度达到预设温度或动力电池的温升异常的情况下，向开关模块 240 及充放电切换模块 230 发送加热停止信号，充电回路或放电回路断开，从而停止为动力电池加热。

[00411] 在一个示例中，当整车控制器接收到 BMS 发送的加热请求时，整车控制器可以向电机控制器发送控制信号，控制信号用于指示对动力电池加热，即控制信号用于指示电机控制器向开关模块 240 及充放电切换模块 230 发送使能信号，使得在充电电路中形成充电回路或放电回路。

[00412] 本实施例的系统通过控制模块 530 实现对开关模块 240 及充放电切换模块 230 的控制，能够根据车辆的状态决定何时进行充放电，以确保电池的能够以便对动力电池进行加热；并且通过控制充放电电流的大小相等且相位相同，从而有效抑制电机的振动噪声。同时使得电机不发生运转，还可以解决电机中转子发热的问题，从而延长了电池自加热使用时间。

[00413] 如图 32 所示，在本申请的另一一些实施例中，充放电系统 500 还包括与充放电电路 200 连接的充电装置 140；充电装置 140 用于通过充放电电路 200 向供电模块 210 包括的电池组充电。该充电装置 140 包括但不限于充电桩、充电机或其他电动车辆。充放电电路 200 与充电装置 140 相连，充电装置 140 用于通过充放电电路 200 向动力电池充电。

[00414] 由于充放电电路 200 同时具有加热模式和充电模式，其不仅可以用来对动力电池进行加热，还可以在充电装置 140 向动力电池充电的过程中，调节充电电压。这样，当充电装置 140 的电压与动力电池的电压不匹配时，例如充电装置 140 的电压低于或者高于动力电池的电压时，充电装置 140 可以通过充放电电路 200 对动力电池进行升压充电或者降压充电，提高充电装置 140 和动力电池的适配性。

[00415] 例如，在充电装置 140 的电压低于动力电池的电压时，控制模块 530 控制开关模块 240 及充放电切换模块 230，形成充电装置 140 向储能模块 250 充电的回路、以及充电装置 140 和储能模块 250 同时向供电模块 210 充电的回路。

[00416] 又例如，在充电装置 140 的电压高于动力电池的电压时，控制模块 530 控制开关模块 240 及充放电切换模块 230，形成充电装置 140 向供电模块 210 和储能模块 250 充电的回路、以及储能模块 250 向供电模块 210 充电的回路。

[00417] 在一种实现方式中，如图 32 所示，以储能模块 250 为电感 L1 为例，其第二端通过开关管 V15 与充电装置 140 的一端连接，开关模块 240 的第二端与充电装置 140 的另一端连接，充电装置 140 用于通过充放电电路 200 向第一电池组 211 充电。图 33 中的电容 C3 可以是充电装置 140 的电容，例如可以在充电过程中起稳压作用。

[00418] 在一种实现方式中，开关管 V17 还可以作为模式切换的开关，当充放电电路 200 处于加热模式时，控制模块 530 控制开关管 V17 闭合；当充放电电路 200 处于充电模式时，控制模块 530 控制开关管 V13 断开。

[00419] 应理解，开关管 V17 作为模式切换的开关时，其两端不应连接续流二极管 D15。这时，一个加热周期可以仅包括如下过程，即开关管 V12 和开关管 V17 同时闭合，形成包括第一电池组 211、开关管 V17、电感 L1 和开关管 V12 的回路，用于第一电池组 211 向电感 L1 放电；之后，开关管 V12 和开关管 V17 也断开，形成包括第一电池组 211、续流二极管 D16、电感 L1 和续流二极管 D11 的回路，用于电感 L1 向第一电池组 211 充电。此时，开关管 V12 两端也可以不连接续流二极管 D12。

[00420] 或者，在另一种实现方式中，如图 34 所示，开关模块 240 的第一端和充放电切换模块 230 的第一端之间可以连接有开关管 V16，作为模式切换的开关。在加热模式中，开关管 V16 闭合；而在充电模式中，开关管 V16 断开。

[00421] 当充放电电路 200 由加热模式切换至充电模式，控制模块 530 还用于：控制开关模块 240 的上桥臂断开，例如开关管 V17 或者开关管 V16 断开；在充电装置 140 的电压低于第一电池组 211 的电压时，控制开关管 V12 和第一开关管 V15 闭合，开关管 V11 和开关管 V18 断开，形成包括充电装置 140、储能模块 250 和第二开关管 V12 的回路，用于充电装置 140 对储能模块 250 充电；以及，控制开关管 V11 和第一开关管 V15 闭合，开关管 V12 和开关管 V18 断开，形成包括充电装置 140、储能模块 250、开关管 V11 和第一电池组 211 的回路，用于充电装置 140 和储能模块 250 同时向第一电池组 211 充电。

[00422] 可以看出，充电装置 140 的电压低于第一电池组 211 的电压时，通过设置合理的控制时序，控制各个子桥臂的导通和断开，在每个充电周期中形成充电装置 140 向储能模块 250 充电的第一阶段、以及充电装置 140 和储能模块 250 同时向第一电池组 211 充电的第二阶段。这样，在充电装置 140 向储能模块 250 充电的第一阶段，储能模块 250 中会存储一定的电量，因此储能模块 250 就能够在第二阶段与充电装置 140 一起，共同向第一电池组 211 充电，减小充电装置 140 和第一电池组 211 之间的电压差异，提高充电效率。

[00423] 进一步地，控制模块 530 还用于：在充电装置 140 的电压高于第一电池组 211 的电压时，控制开关管 V11 和第一开关管 V15 闭合，开关管 V12 和开关管 V18 断开，形成包括充电装置 140、储能模块 250、开关管 V11 和第一电池组 211 的回路，用于充电装置 140 向第一电池组 211 和储能模块 250 充电；以及，控制开关管 V11 闭

合，开关管 V12、开关管 V18 和第一开关管 V15 断开，形成包括储能模块 250、开关管 V11、第一电池组 211 和续流二极管 D18 的回路，用于储能模块 250 向第一电池组 211 充电。

[00424] 可以看出，充电装置 140 的电压高于第一电池组 211 的电压时，通过设置合理的控制时序，控制各个子桥臂的导通和断开，在每个充电周期中形成充电装置 140 向储能模块 250 和第一电池组 211 充电的阶段、以及仅储能模块 250 向第一电池组 211 充电的阶段。一方面，由于充电装置 140 向储能模块 250 和第一电池组 211 充电时，储能模块 250 能够吸收一部分电压，因此适当地减小了充电装置 140 和第一电池组 211 之间的电压差异；另一方面，由于充电装置 140 的电压大于第一电池组 211 的电压，为了避免充电装置 140 对第一电池组 211 进行持续大电压的充电，充电装置 140 和储能模块 250 可以交替对第一电池组 211 充电。其中，由于充电装置 140 向储能模块 250 和第一电池组 211 充电时，储能模块 250 中能够存储一定的电量，基于这部分电量，储能模块 250 能够单独向第一电池组 211 充电。

[00425] 图 33 和 34 都是在图 9 所示的充放电电路的基础上接充电装置 140 的，应理解的是，图 12-15、19-26 以及 28-30 所示的充放电电路也可以接充电装置 140，并实现上述图 9 所示的电路结构接充电装置 140 所能达到的技术效果。

[00426] 在一种实现方式中，如图 35 所示，第一电池组 211 还与电机的驱动电路 141 相连，用于向驱动电路 141 提供电源。图 35 中以三相电机为例，其驱动电路 141 为逆变器电路，包括开关管 V1、开关管 V2、开关管 V3、开关管 V4、开关管 V5 和开关管 V6 组成的桥臂，并连接电机的绕组 A1、绕组 B1 和绕组 C1。

[00427] 可见，在利用充放电电路对第一电池组 211 加热时，第一电池组 211 仍可以向与第一电池组 211 相连的电机的驱动电路 141 提供电源，从而实现在行车过程中对第一电池组 211 的加热。

[00428] 基于上面的描述，通过设置额外的充放电电路，使得利用该充放电电路对第一电池组 211 进行加热时，电机可以正常驱动车辆行驶，实现行车加热。具体地，通过设计合理的控制时序对充放电电路中的各个桥臂进行控制，形成第一电池组 211 向充放电电路中的储能模块 250 放电的回路，以及该储能模块 250 向第一电池组 211 充电的回路，从而有效利用储能模块 250，实现对动力电池的加热。

[00429] 当充电装置 140 通过充放电电路向第一电池组 211 充电时，充放电电路进入充电模式，这时，由于无法利用充放电电路对第一电池组 211 进行加热，因此可以利用电机的驱动电路 141 对第一电池组 211 进行加热。与利用电机工作损耗产生的热量加热冷却液的方式不同，在这种情况下，可以通过控制驱动电路 141 中的 IGBT，形成充放电回路，从而实现对第一电池组 211 的加热。例如，当 VCU 收到 BMS 发送的加热请求，但充放电电路正处于充电模式时，VCU 可以通知电机控制器控制电机的驱动电路 141 对第一电池组 211 进行加热，例如控制驱动电路 141 中的 IGBT 即开关管 V1 至开关管 V6 的通断，以通过驱动电路 141 对第一电池组 211 加热。

[00430] 也就是说，除了上述的加热模式和充电模式，充放电电路还可以具有另外一种模式，即充电加热模式。当充放电电路处于充电加热模式时，充电装置 140 通过

充放电电路向第一电池组 211 充电，并且电机的驱动电路 141 对第一电池组 211 进行加热。

[00431] 在一种实现方式中，可以通过空间矢量控制法（Space Vector Pulse Width Modulation, SVPWM）生成驱动电路 141 中各桥臂的开关管的控制信号，并通过该控制信号控制各桥臂的开关管的通断状态，使得流入电机绕组的电流调制为交流电。示例性地，可以控制绕组电流的直轴电流分量为交变电流，以及控制绕组电流的交轴电流分量为 0，来将电机绕组的电流调制为交流电。

[00432] 获取驱动电路 141 至电机之间的三相连接线路上采集的任意两相电流 i_a 和 i_b ，任意两相电流 i_a 和 i_b 由驱动电路 141 流向电机。电机控制器将采集到的电流由 abc 坐标系转换至 dq 坐标系，然后在 dq 坐标系分解得到直轴分量 i_d 和交轴分量 i_q 。利用交轴分量 i_q 、直轴分量 i_d 、交轴信号给定值 i_q^* 、以及直轴信号给定值 i_d^* ，得到需要导通的开关管的调制信号。其中，交轴信号给定值 i_q^* 等于 0。这样，利用电机绕组储能，可以实现对第一电池组 211 的充放电。

[00433] 在利用电机的驱动电路 141 对第一电池组 211 进行加热的过程中，会引起电压波动。但是，由于充放电电路的存在，使得充电装置 140 通过充放电电路向第一电池组 211 输出的电压，能够随电池加热过程中的电压波动进行动态调节，减少电池加热过程对充电装置 140 的影响。

[00434] 应理解，本申请实施例中所述的“连接”或者“相连”，可以是直接连接，或者是间接连接，本申请对此不做限定。例如，第一上桥臂 2311 的第一端和第二上桥臂 2411 的第一端相连，可以如图 9 所示，第一上桥臂 2311 的第一端和第二上桥臂 2411 的第一端之间直接电连接；也可以如图 12 所示，第一上桥臂 2311 的第一端和第二上桥臂 2411 的第一端通过其他元件例如开关管 K4 相连。

[00435] 对于图 12-15 所示的包括两个电池组的充放电电路，也可以与电机的驱动电路 141 相连，用于向驱动电路 141 提供电源，从而使动力汽车行驶。

[00436] 在一种实现方式中，供电模块 210 的电池管理系统（Battery Management System, BMS）采集供电模块 210 包括的电池组的状态信息，例如电池温度、荷电状态（State of Charge, SOC）、电压信号、电流信号等，并根据该状态信息确定供电模块 210 是否需要加热。当确定需要对供电模块 210 进行加热时，BMS 可以向整车控制器（Vehicle Control Unit, VCU）发送加热请求。VCU 根据 BMS 发送的加热请求，确定是否开启对供电模块 210 包括的电池组进行加热。

[00437] 例如，VCU 接收到 BMS 发送的加热请求后，可以根据电池组的 SOC，确定是否对供电模块 210 包括的电池组进行加热。其中，当电池组的电量充足，即 SOC 较高，比如高于一个阈值时，可以对供电模块 210 包括的电池组进行加热。

[00438] 又例如，当供电模块 210 包括的电池组的电量不足，即 SOC 较低，比如低于一个阈值时，为了降低电池加热损耗，也可以不对动力电池加热。电机控制器，例如微程序控制器（Microprogrammed Control Unit, MCU）可以根据电机的电压和电流

等信息，确定电机状态，并发送给VCU。因此，如果电机此时处于正常工作的状态，那么可以利用电机工作损耗产生的热量对供电模块210进行加热或保温，例如利用行车时电机工作损耗产生的热量加热供电模块210的冷却液，从而由该冷却液对供电模块210包括的电池组加热或保温。

- 5 [00439] 或者，当供电模块210包括的电池组的SOC较低时，也可以对供电模块210包括的电池组进行加热，并调整加热周期的长度，或者说，调整加热频率。

[00440] 本申请并不限定充放电电路的使用场景，本申请实施例的充放电电路可以在任何需要的情况下，用来对供电模块210包括的电池组进行加热。

- 10 [00441] 在对供电模块210包括的电池组加热的过程中，BMS还可以监测供电模块210包括的电池组的温度是否存在异常。当电池组的温度存在异常时，BMS可以向VCU发送温度异常的信息，则VCU控制停止对供电模块210包括的电池组加热。此时，可以利用电机工作损耗产生的热量对供电模块210包括的电池组进行加热或保温，例如利用电机工作损耗产生的热量加热供电模块210的冷却液，从而由冷却液对供电模块210包括的电池组加热或保温。

- 15 [00442] 在对供电模块210包括的电池组加热过程中，如果供电模块210包括的电池组的温度已满足要求，则VCU可以控制停止对供电模块210包括的电池组加热。此时，可以利用电机工作损耗产生的热量对供电模块210包括的电池组进行保温，例如利用电机工作损耗产生的热量加热供电模块210的冷却液，从而由冷却液对供电模块210包括的电池组保温。

- 20 [00443] 本申请的另一些实施例还提供一种用电设备，该用电设备包括上述各实施例中的充放电系统。该用电设备包括可以为使用动力电池的汽车、船舶或飞行器等设备。在用电设备处于低温环境中时，用电设备中的动力电池会因为温度过低而导致放电容量严重衰退，且在低温环境下无法对动力电池充电，影响低温环境下用电设备的正常使用。本申请实施例的用电设备中通过充放电电路对动力电池进行加热，在充放
25 电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，从而在充放电电路中产生交流电流，该交流电流流经动力电池，使动力电池的内阻产生热量，从而实现对动力电池加热。

[00444] 上文详细描述了本申请实施例的充放电电路的电路结构以及包括该电路结构的充放电系统，下面将结合附图详细描述本申请实施例的充放电控制方法。上述各装置实施例所描述的技术特征均适用于以下方法实施例。

- 30 [00445] 该充放电控制方法的执行主体为控制模块，其中控制模块可以包括VCU或MCU或域控制器等，也可以包括BMS、VCU和MCU，由BMS、VCU和MCU配合来执行该充放电控制方法。本申请将以BMS、VCU和MCU三者配合为例来详细说明该充放电控制方法的完整过程。

- 35 [00446] 其中，电机控制器MCU是直接控制充放电电路中的开关模块及充放电切换模块的，在BMS或VCU判断需要对电池组进行加热时，BMS或VCU可以发送控制

指令给 MCU，该控制指令用于指示电池组满足加热条件，该加热条件可以包括电池组温度低于一定阈值且电池组的荷电状态值 SOC 大于一定荷电阈值等。MCU 接收到 BMS 或 VCU 发送的该控制指令后，向充放电电路中的开关模块及充放电切换模块发送充放电使能信号。

5 [00447] 控制模块发送充放电使能信号，控制充放电切换模块和开关模块导通或截止，使充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，以产生交流波形的电流。电流流过电池组，使电池组的内阻发热，从而达到加热电池组的目的。其中，控制模块包括电机控制器 MCU、整车控制器 VCU、电池管理系统 BMS 或域控制器等中的任意一个。

10 [00448] 对于图 9、19-26 所示的充放电电路结构中仅包括第一电池组，在这些电路结构中，第一电池组放电阶段，储能模块储存电能，在充电阶段储能模块将储存的电能回充到第一电池组中。由于储能模块储满能量之后紧接着就需要放电，无法将电流维持在一个稳定的加热电流大小，因此在仅包括第一电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为三角波、类三角波、正弦波及类正弦波中的至少一种。

15 [00449] 在该方法实施例中，控制模块可以以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充电使能信号和放电使能信号，以控制交替地切换充电回路和放电回路。通过控制切换充电回路和放电回路的频率，来调节整个电路中产生的交流电流的频率，从而提高对电池组加热的速率。

[00450] 具体地，控制模块可以在发送放电使能信号时开始计时，在预定时间后再发送充电使能信号。接下来，控制模块在发送充电使能信号时开始计时，在预定时间后再再次发送放电使能信号，如此反复依次发送放电使能信号和充电使能信号。

[00451] 在充放电切换模块包括串联的第一切换电路和第二切换电路，开关模块包括至少一组开关桥臂，每组开关桥臂包括上桥臂和下桥臂的充放电电路中，交替切换的充电回路和放电回路包括：

25 [00452] 开关模块的每组上桥臂、储能模块、第二切换电路以及供电模块之间的回路，和，开关模块的每组下桥臂、储能模块、第一切换电路以及供电模块之间的回路。

[00453] 交替地切换开关模块的每组上桥臂、储能模块、第二切换电路以及供电模块之间的回路，与开关模块的每组下桥臂、储能模块、第一切换电路以及供电模块之间的回路。通过交替地切换在充放电电路中形成交流电，交流电流经供电模块中的电
30 池组，使电池组的内阻发热，达到电池组自加热的效果。

[00454] 在一种实现方式中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第一上桥臂，第二切换电路包括第一下桥臂；开关模块包括至少一组开关桥臂。如图 9、19 和 20 所述的充放电电路所示，在此电路结构中，加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段，控制模块发送放电使能信号给开关模块及
35 充放电切换模块，开关模块及充放电切换模块响应于控制模块发送的放电使能信号，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂导通，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂断开，

形成供电模块、第一上桥臂、储能模块及每组开关桥臂的下桥臂之间的放电回路。在第二阶段，控制模块发送充电使能信号给开关模块及充放电切换模块，开关模块及充放电切换模块响应于控制模块发送的充电使能信号，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂导通，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成供电模块、第一下桥臂、
5 储能模块及每组开关桥臂的上桥臂之间的充电回路。

[00455] 对于上述电路结构，充放电回路的切换还可以存在另一种实现方式，即在第一阶段，响应于控制模块发送的放电使能信号，每组开关桥臂的上桥臂和第一下桥臂导通，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成供电模块、每组开关桥臂的上桥臂、储能模块及第一下桥臂之间的放电回路。响应于控制模块发送的充电使能信号，每组开关桥臂的下桥臂和第一上桥臂导通，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂断开，形成供电模块、每组开关桥臂的下桥臂、储能模块及第一上桥臂之间的充电回路。
10

[00456] 在另一种实现方式中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第三二极管，第二切换电路包括第五开关；开关模块包括至少一组开关桥臂。如图 21 和 22 所示的充放电电路的结构，在此电路结构中，加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段，控制模块发送放电使能信号给开关模块和充放电切换模块，开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的放电使能信号，每组开关桥臂的上桥臂和第五开关导通，每组开关桥臂的下桥臂断开，形成供电模块、每组开关桥臂的上桥臂、储能模块及第五开关之间的放电回路。在第二阶段，控制模块发送充电使能信号给开关模块和充放电切换模块，开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的充电使能信号，每组开关桥臂的下桥臂导通，每组开关桥臂的上桥臂和第五开关断开，形成供电模块、每组开关桥臂的下桥臂、储能模块及第三二极管之间的充电回路。
15
20

[00457] 在又一种实现方式中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第七开关，第二切换电路包括第四二极管，第四二极管的阳极与第一电池组的负极连接；开关模块包括至少一组开关桥臂。如图 23 和 24 所示的充放电电路的结构，在此结构中，加热周期包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段，控制模块发送放电使能信号给开关模块和充放电切换模块，开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的放电使能信号，第七开关及每组开关桥臂的下桥臂导通，每组开关桥臂的上桥臂断开，形成供电模块、第七开关、储能模块及每组开关桥臂的下桥臂之间的放电回路。在第二阶段，响应于控制模块发送的充电使能信号，每组开关桥臂的上桥臂导通，第七开关和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成供电模块、第四二极管、储能模块及每组开关桥臂的上桥臂之间的充电回路。
25
30

[00458] 在图 23 和 24 所示的充放电电路的结构中，第四二极管的朝向也可以反向设置，即将第四二极管的阴极与第一电池组的负极连接。在该变形结构中，加热周期包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段，控制模块发送放电使能信号给开关模块和充放电切换模块，开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的放电使能信号，每
35

组开关桥臂的上桥臂导通，第七开关和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成供电模块、
每组开关桥臂的上桥臂、储能模块及第四二极管之间的放电回路。在第二阶段，控制
模块发送充电使能信号给开关模块和充放电切换模块，开关模块和充放电切换模块响
应于控制模块发送的充电使能信号，第七开关及每组开关桥臂的下桥臂导通，每组开
5 关桥臂的上桥臂断开，形成供电模块、每组开关桥臂的下桥臂、储能模块及第七开关
之间的充电回路。

[00459] 在本申请的另一些实施例中，储能模块包括第一 M 相电机和第二 M 相电机，
开关模块包括 M 相桥臂，充放电切换模块包括 M 相桥臂；第一 M 相电机的 M 相绕组
与开关模块的 M 相桥臂一一对应连接，第二 M 相电机的 M 相绕组与充放电切换模块
10 的 M 相桥臂一一对应连接；第一 M 相电机的 M 相绕组连接点和第二 M 相电机的 M 相
绕组连接点连接。如图 25 和 26 所示，在此电路结构中，加热周期可以包括第一阶段
和第二阶段。在第一阶段，控制模块发送放电使能信号给开关模块和充放电切换模块，
开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的放电使能信号，开关模块的 M 相桥
臂的上桥臂和充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块、开关模块的
15 M 相桥臂的上桥臂、第一 M 相电机、第二 M 相电机及充放电切换模块的 M 相桥臂的
下桥臂之间的放电回路。在第二阶段，控制模块发送充电使能信号给开关模块和充放
电切换模块，开关模块和充放电切换模块响应于控制模块发送的充电使能信号，充放
电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块、
开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、第一 M 相电机、第二 M 相电机及充放电切换模块的
20 M 相桥臂的上桥臂之间的充电回路。

[00460] 在另一种实现方式中，对于上述包括双电机的充放电电路结构，在第一阶
段，响应于控制模块发送的放电使能信号，充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和开
关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块、开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、第
一 M 相电机、第二 M 相电机及充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的放电回路。
25 在第二阶段，响应于控制模块发送的充电使能信号，开关模块的 M 相桥臂的上桥臂和
充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成供电模块、充放电切换模块的 M 相桥
臂的下桥臂、第一 M 相电机、第二 M 相电机及开关模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的
充电回路。

[00461] 上述结合附图描述了仅包括第一电池组的充放电电路的控制方法。下面结
30 合附图详细描述包括至少第一电池组和第二电池组的充放电电路的控制过程。对于图
12-15、28-30 所示的充放电电路结构包括第一电池组和第二电池组，在这些电路结
构的每个加热周期中，在一个阶段中，可能第一电池组向储能模块充电，以及第一电
池组和储能模块同时向第二电池组充电。在另一个阶段中，可能第二电池组向储能模
块充电，以及第二电池组和储能模块同时向第一电池组充电。双电池的设置，可以有
35 效的降低储能模块对加热电流大小以及加热电流频率的约束，通过双电池的加热方式，
能够及时将储能模块的能量泄放至其中一个电池中，使得电池的加热电流能够按照预
设的加热频率维持在一个稳定的加热电流大小，使得电池在不同温度、SOC 状态下，

通过对加热电流频率的调节，使得加热速率能够大幅度提升。由于加热电流大小能够维持在一个稳定的值，所以在双电池组的充放电电路中产生的交流电流的波形为方波或类方波。

[00462] 在该方法实施例中，供电模块包括至少第一电池组和第二电池组；通过充电回路或放电回路对第一电池组或第二电池组进行充放电，在充放电电路中形成方波或类方波的交流电流；充放电包括切换第一电池组与第二电池组的充放电状态；充放电状态包括第一电池组充电，同时第二电池组放电；或者，第一电池组放电，同时第二电池组充电。

[00463] 在包括两个电池组的实施例中，第二电池组的第一端与充放电切换模块的第一端连接，第二电池组的第二端与第一电池组的第二端、开关模块的第二端、充放电切换模块的第二端共线连接；第一电池组的第一端与开关模块的第一端连接；第一电池组的第一端与第二电池组的第一端之间连接有第十开关，如图 12-15 及 28-30 所示。控制模块在确定第一电池组和第二电池组满足加热条件时，控制第十开关断开，使第一电池组与第二电池组串联。

[00464] 通过第十开关可以控制第一电池组与第二电池组之间的连接方式。第十开关断开时第一电池组与第二电池组串联，第十开关闭合时第一电池组和第二电池组并联。在需要对第一电池组和第二电池组加热时，控制第十开关断开，以对串联的第一电池组和第二电池组加热。在需要对外界供电时，控制第十开关闭合，通过并联的第一电池组和第二电池组对外界进行供电。

[00465] 在一种实现方式中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第一上桥臂，第二切换电路包括第一下桥臂；开关模块包括至少一组开关桥臂；储能模块的一端与第一上桥臂和第一下桥臂的连接点连接，储能模块的另一端与开关桥臂的上下桥臂连接点连接。如图 12、13、28-30 所示，加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段，响应于控制模块发送的第一使能信号，第一上桥臂及每组开关桥臂的下桥臂均导通，第一下桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均断开，形成第一电池组、第一上桥臂、储能模块和所每组开关桥臂的下桥臂之间的放电回路，使第一电池组向储能模块放电。在第二阶段，响应于控制模块发送的第二使能信号，第一上桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均导通，第一下桥臂及每组开关桥臂的下桥臂均断开，形成第一电池组、第一上桥臂、储能模块、每组开关桥臂的上桥臂和第二电池组的充电回路，使第一电池组和储能模块向第二电池组充电。其中，控制模块可以反复切换每组开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，以控制向第二电池组充电的时间。

[00466] 进一步地，加热周期还可以包括第三阶段和第四阶段。在第三阶段，响应于控制模块发送的第三使能信号，第一下桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均导通，第一上桥臂及每组开关桥臂的下桥臂均断开，形成第二电池组、每组开关桥臂的上桥臂、储能模块及第一下桥臂之间的放电回路，使第二电池组向储能模块放电。在第四阶段，响应于控制模块发送的第四使能信号，第一上桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均导通，第一下桥臂及每组开关桥臂的下桥臂均断开，形成第二电池组、每组开关桥臂的上桥

臂、储能模块、第一上桥臂和第一电池组的充电回路，使第二电池组和储能模块向第一电池组充电。其中，控制模块可以反复切换第一上桥臂导通或第一下桥臂导通，以控制向第一电池组充电的时间。

[00467] 对于图 12、13、28-30 所示的电路结构，还可以采取另一种控制方式，即在
5 第一阶段，响应于控制模块发送的第一使能信号，第一上桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均导通，第一下桥臂及每组开关桥臂的下桥臂断开，形成第一电池组、每组开关桥臂的上桥臂、储能模块、第一上桥臂和第二电池组之间的充放电回路，使第一电池组向储能模块放电，以及第一电池组和储能模块向第二电池组充电。在第二阶段，响应于控制模块发送的第二使能信号，第一上桥臂及每组开关桥臂的上桥臂均导通，第一
10 下桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成第一电池组、第一上桥臂、储能模块、每组开关桥臂的上桥臂和第二电池组的充放电回路，使第二电池组向储能模块放电，以及第二电池组和储能模块向第一电池组充电。

[00468] 在另一种双电池组的实现方式中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第一上桥臂，第二切换电路包括第一下桥臂；开关模块包括至少一组开关桥臂；储能模块 250 的第一端与开关模块的第一端连接，储能模块 250 的第二端与充放电切换模块的第一端连接。如图 14 所示，开关模块的第一端和充放电切换模块的第一端可以为开关模块和充放电切换模块与第一电池组的正极共线连接的一端。在此电路结构中，加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。在
15 第一阶段中，响应于控制模块发送的第一使能信号，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂同时导通，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成第一电池组向储能模块放电的回路。在第二阶段，响应于控制模块发送的第二使能信号，每组开关桥臂的下桥臂及第一下桥臂同时导通，每组开关桥臂的上桥臂及第一上桥臂断开，形成第一电池组和储能模块向第二电池组充电的回路。

[00469] 进一步地，上述加热周期还可以包括第三阶段和第四阶段。在第三阶段，
25 响应于控制模块发送的第三使能信号，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂同时导通，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂断开，形成第二电池组向储能模块放电的回路。在第四阶段，响应于控制模块发送的第四使能信号，第一下桥臂和每组开关桥臂的下桥臂同时导通，第一上桥臂和每组开关桥臂的上桥臂断开，形成第二电池组和储能模块向第一电池组充电的回路。

[00470] 本申请实施例还提供了另一种包含双电池组的充放电电路的控制方式，在该充放电电路中，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，第一切换电路包括第一上桥臂，第二切换电路包括第一下桥臂；开关模块包括至少一组开关桥臂；储能模块 250 的第一端与开关模块的第二端连接，储能模块 250 的第二端与充放电切换模块的第二端连接。如图 15 所示，开关模块的第二端以及充放电切换模块的第二端
35 均可以为与第一电池组的负极共线连接的一端。

[00471] 在该电路结构，加热周期可以包括第一阶段和第二阶段。在第一阶段中，响应于控制模块发送的第一使能信号，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂同时导通，

第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成第二电池组向储能模块放电的回路。在第二阶段，响应于控制模块发送的第二使能信号，每组开关桥臂的上桥臂及第一上桥臂同时导通，每组开关桥臂的下桥臂及第一下桥臂断开，形成第二电池组和储能模块向第一电池组充电的回路。

5 [00472] 上述加热周期还可以包括第三阶段和第四阶段。在第三阶段，响应于控制模块发送的第三使能信号，第一上桥臂和每组开关桥臂的下桥臂同时导通，第一下桥臂和每组开关桥臂的上桥臂断开，形成第一电池组向储能模块放电的回路。在第四阶段，响应于控制模块发送的第四使能信号，第一上桥臂和每组开关桥臂的上桥臂同时导通，第一下桥臂和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成第一电池组和储能模块向第二
10 电池组充电的回路。

[00473] 控制模块可以以预设频率向开关模块和充放电切换模块发送上述第一使能信号和第二使能信号，或者以预设频率发送上述第三使能信号和第四使能信号，或者以预设频率发送上述第一使能信号、第二使能信号、第三使能信号和第四使能信号。从而交替地控制包括双电池组的充放电电路中，一个电池组向储能模块放电，以及该
15 电池组及储能模块同时向另一个电池组充电。

[00474] 在本申请的一些实施例中，储能模块与充放电切换模块之间连接有第九开关，如图 21 和 23 中的开关 K。当控制模块确定供电模块包括的电池组满足加热条件时，先控制第九开关闭合，再控制开关模块及充放电切换模块的导通或断开，以在充放电电路中交替地切换放电回路和充电回路。在充放电过程中，控制模块还实时监测
20 供电模块包括的电池组是否满足停止加热条件，该停止加热条件可以包括电池组的温度达到预期温度，或者电池组的温升异常等。当控制模块确定电池组满足停止加热条件时，控制开关模块及充放电切换模块断开当前的充电回路或放电回路，同时还控制第九开关断开。

[00475] 在本申请实施例中，控制模块控制充放电电路对供电模块包括的电池组进行加热之前，首先确定供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电
25 阈值。若确定每个电池组的荷电状态值大于或等于预设阈值，则控制模块以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充放电使能信号。

[00476] 即只有在电池组的荷电状态值大于预设荷电阈值的情况下才对电池组进行加热，避免电池组的电量过低无法支持加热所需的放电电能的情况。

30 [00477] 上述确定供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值之前，控制模块还需确定供电模块的温度是否小于预设温度阈值。因为电池组的温度在小于预设温度阈值时放电容量会严重衰退，且在低温环境下电池组也无法充电，因此在确定供电模块的温度小于预设温度阈值的情况下，需要对供电模块的电池组进行加热，此时进一步确定供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷
35 电阈值，在确定每个电池组的荷电状态值大于或等于预设荷电阈值时，再控制充放电电路对电池组进行加热。

[00478] 其中，预设荷电阈值可以为支撑加热过程中电池组放电所需的最小荷电量。

[00479] 对于储能模块直接使用车辆自身的电机来参与加热过程的实施方式中，加

热过程可能会影响电机的正常运行，影响车辆行驶。因此在使用电机作为储能模块的充放电电路结构中，控制模块在向开关模块及充放电切换模块发送充放电使能信号之前，还获取电机的工作状态，该工作状态可以有VCU来获取，也可以由MCU来获取。若获取到的工作状态指示电机当前处于驱动状态，则控制模块不启动对电池组的加热过程，5 以免影响电机的正常运转。若获取的工作状态指示电机当前处于非驱动状态，则控制模块以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充放电使能信号。

[00480] 在本申请的另一一些实施例中，控制模块还检测动力电池加热系统是否出现故障，在电机处于非驱动状态并且动力电池加热系统无故障时，向开关模块及充放电切换模块发送充放电使能信号。

10 [00481] 需要说明的是，在本申请实施例中，电池加热系统存在故障是指电机、电机控制器、开关模块以及导热回路等中的任一发生故障。而导热回路发生故障则包括但不限于互通阀损坏、导热回路中介质不足等问题。

[00482] 可选地，可以获取档位信息和电机转速信息，并以此判断电机处于驱动状态还是非驱动状态。具体地，当判定当前档位为P档且车速为0时，则表明电机处于非驱动状态；15 当判定当前档位不为P档或者是车速不为0时，则表明电机处于驱动状态。

[00483] 通过档位信息和电机转速信息进行判断，在任一条件不满足时便不向开关模块及充放电切换模块发送充放电使能信号，防止车辆在正常行驶状态下对动力电池加热，进而影响车辆性能。

20 [00484] 对于不使用车辆自带电机进行加热的充放电电路中，对电池组加热不会影响电机的正常运行，因此在车辆静止或车辆行驶的过程中均可以对电池组进行加热。

[00485] 在本申请的一些实施例中，上述控制模块为电机控制器MCU，当车辆控制器VCU检测到需要对电池组进行加热时，车辆控制器会发生控制信号给MCU。MCU接收车辆控制器发送的控制信号。MCU解析该控制信号，确定该控制信号指示为供电模块加热，25 则控制模块以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充放电使能信号。

[00486] 在另一些实施例中，上述控制模块为车辆控制器VCU或电机控制器MCU。电池管理系统BMS检测到电池组需要加热且满足加热条件时，会发送请求数据给VCU，VCU接收到该请求数据，若该请求数据只是供电模块满足加热条件，则VCU发送控制指令给MCU，30 该控制指令用于只是MCU启动加热。MCU接收到该控制指令后，以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充放电使能信号。

[00487] 或者，BMS检测到电池组需要加热且满足加热条件时，电池管理系统直接发送请求数据给MCU。MCU接收电池管理系统发送的请求数据，解析该请求数据，若确定该请求数据指示供电模块满足加热条件，则以预设频率交替地向充放电切换模块和开关模块发送充放电使能信号。35

[00488] 在通过上述任一实施例对供电模块包括的电池组进行加热的过程中，控制

模块还实时监测每个电池组的状态，以确定供电模块包括的每个电池组的温度是否满足停止加热条件；停止加热条件包括电池组达到预设温度或电池组的温升异常。当确定电池组的温度满足停止加热条件时，控制模块向充放电切换模块和开关模块发送停止加热信号，停止加热信号触发充放电切换模块和开关模块断开当前的充放电回路。

- 5 从而在电池组的温度升高到预设温度，或任一电池组的温升异常的情况下，能够及时停止加热过程，避免持续加热损坏电池组或充放电电路中的其他器件。

[00489] 在本申请的另一些实施例中，充放电系统还包括充电装置，如图 33-35 所示，除这几幅图所示的电路结构以外，上文中的其他各实施例中的充放电电路中均可以连接充电装置，该充电装置用于通过充放电电路对供电模块包括的电池组进行充电。

- 10 [00490] 该充电装置可以为充电桩、充电机或其他电动车辆等。在充电装置与供电模块之间的充电电路中，充电装置的输出电压与供电模块的电池组的需求电压可能并不匹配，可能存在充电装置的电压高于或低于电池组的需求电压的情况。基于此，本申请实施例可以利用充放电电路来调节充电装置与电池组之间的充电电压。

- [00491] 具体地，在充电装置的电压低于供电模块的电压时，控制开关模块和充放电切换模块，形成充电装置向储能模块充电的回路、以及充电装置和储能模块同时向供电模块充电的回路。在充电装置的电压高于供电模块的电压时，控制开关模块和充放电切换模块，形成充电装置向供电模块和储能模块充电的回路、以及储能模块向供电模块充电的回路。

- 20 [00492] 如图 33-35 所示，储能模块与开关模块连接的一端通过第一开关管与充电装置的一端连接，开关模块的第二端与充电装置的另一端连接。开关模块的第二端可以为开关模块与第一电池组的负极连接的一端。充电装置用于通过加热模块向供电模块充电，加热模块包括开关模块及储能模块。开关模块包括至少一组开关桥臂，充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路。

- 25 [00493] 基于充电装置与充放电电路的上述连接结构，控制模块控制每组开关桥臂的上桥臂断开。在充电装置的电压低于供电模块的电压时，在第一阶段，控制第二切换电路和第一开关管导通，第一切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括充电装置、储能模块和第二切换电路的回路，用于充电装置对储能模块充电。以及，在第二阶段，控制第一切换电路和第一开关管导通，第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括充电装置、储能模块、第一切换电路和供电模块的回路，用于充电装置和储能模块同时向供电模块充电。

- 30 [00494] 在一种实现方式中，开关模块的每组开关桥臂的下桥臂中包括并联的开关和二极管。在充电装置的电压高于供电模块的电压时，在第一阶段，控制模块控制第一切换电路和第一开关管闭合，第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括充电装置、储能模块、第一切换电路和供电模块的回路，用于充电装置向供电模块和储能模块充电。以及，在第二阶段，控制第一切换电路闭合，第二切换电路、每组开关桥臂的下桥臂和第一开关管断开，形成包括储能模块、第一切换电路、供电模块和每组开关桥臂的下桥臂中的二极管的回路，用于储能模块向供电模块充电。

[00495] 为了便于理解本申请实施例对电池组进行加热的控制流程，下面以利用电机为电池加热的实施方式为例，结合附图 36 进行简要说明。如图 36 所示，电池加热控制过程包括：

[00496] S601，BMS 采集电池参数，该电池参数包括电池包的温度、SOC、电压信号以及电流信号等。

[00497] S602，BMS 根据电池各项参数判断是否满足加热条件，若满足则根据 SOC 状态发送相应的加热请求至 VCU，例如，向 VCU 发送加热到预设温度时的所需的电功率。

[00498] S603，BMS 或 VCU 判断电池 SOC 是否大于第一阈值。

[00499] S604，若 SOC 大于第一阈值，则利用流经电机回路的交流电流所产生的热量为动力电池加热。

[00500] S605，若 SOC 小于或等于第一阈值，则利用流经电机回路的直流电流所产生的热量为动力电池加热。

[00501] 在 S604 之后，VCU 读取第一电机的当前工作状态。

[00502] 例如，若第一电机处于驱动状态（即工作状态）下，则 VCU 发送驱动信号至电机控制器。此时，电机控制器向开关模块以及充放电切换模块发送使能信号，控制开关模块的 M 相桥臂的上桥臂或下桥臂导通，以及充放电切换模块的第一切换电路或第二切换电路导通。

[00503] 在一个示例中，电机控制器周期性发送使能信号，从而控制开关模块的桥臂及充放电切换模块的导通或断开，进而实现充电回路与放电回路的切换，实现动力电池电流的逆变控制。

[00504] S606，BMS 判断电池组温度有无异常，若有则发送温升异常信息至 VCU，VCU 转发温升异常信息至电机控制器，停止加热。

[00505] S607，若 S606 判断温升无异常，则 BMS 判断电池组温度是否达到要求，若达到要求，则 VCU 转发停止加热信息至电机控制器，停止加热；否则，重复 S601~S606 的步骤。

[00506] 本申请实施例可应用于对温度较低的动力电池进行加热的场景中。比如，可以应用于通过对动力电池加热，使动力电池的温度上升，达到电池组可正常使用的温度的具体场景中。具体地，在本申请实施例中，当电池荷电状态（State Of Charge，SOC）大于第一阈值时，可以将流经回路的电流调制为交流电流，利用交流电流通过动力电池内阻发热，从而对动力电池进行加热，能够提高加热效率；当电池 SOC 小于或等于第一阈值时，即在电池电量不足时，利用直流电流在绕组产生热量对动力电池加热，能够降低电量消耗，提高了动力电池加热系统的灵活性。

[00507] 图 37 示出了本申请实施例的充放电系统的控制电路 700 的示意性框图。如

图 37 所示，控制电路 700 包括处理器 710，可选地，控制电路 700 还包括存储器 720，其中，存储器 720 用于存储指令，处理器 710 用于读取指令并基于指令执行前述本申请各种实施例的控制方法。

[00508] 本申请实施例还提供了一种可读存储介质，用于存储计算机程序，该计算机程序用于执行前述本申请各种实施例的方法。

[00509] 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[00510] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[00511] 在本申请所提供的几个实施例中，应理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[00512] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[00513] 另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[00514] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory，ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[00515] 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或

替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种充放电电路，其特征在于，包括供电模块、加热模块和充放电切换模块；
所述供电模块包括至少第一电池组；

5 所述加热模块包括储能模块及开关模块；

所述至少第一电池组、所述开关模块以及所述充放电切换模块并联连接；

所述储能模块的第一端与所述开关模块连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块连接；

10 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于充放电使能信号，在所述充放电电路中产生交流波形的电流。

2. 根据权利要求 1 所述的充放电电路，其特征在于，所述充放电切换模块包括串联的第一切换电路和第二切换电路；

所述第一切换电路与所述第二切换电路的连接点与所述储能模块的第二端连接；

15 所述第一切换电路和所述第二切换电路，用于在所述充放电使能信号的触发下导通或截止。

3. 根据权利要求 2 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；

所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点与所述储能模块的第二端连接；

20 所述第一上桥臂和所述第一下桥臂，用于在所述充放电使能信号的触发下导通或断开。

4. 根据权利要求 3 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一上桥臂包括并联的第一开关和第一二极管，所述第一下桥臂包括并联的第二开关和第二二极管；

所述第一二极管的阴极与所述第一电池组的正极连接，所述第一二极管的阳极与所述第二二极管的阴极连接，所述第二二极管的阳极与所述第一电池组的负极连接。

25 5. 根据权利要求 3 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一上桥臂包括第三开关，所述第一下桥臂包括第四开关。

6. 根据权利要求 2 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一切换电路包括第三二极管，所述第二切换电路包括第五开关；

30 所述第三二极管的阴极与所述第一电池组的正极连接，所述第三二极管的阳极与所述第五开关的一端连接，所述第五开关的另一端与所述第一电池组的负极连接。

7. 根据权利要求 6 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一切换电路还包括第六开关，所述第六开关的一端与所述第一电池组的正极连接，所述第六开关的另一端与所述第三二极管的阴极连接。

35 8. 根据权利要求 2 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一切换电路包括第七开关，所述第二切换电路包括第四二极管；

所述第七开关的一端与所述第一电池组的正极连接，所述第七开关的另一端与所述第四二极管的阴极连接，所述第四二极管的阳极与所述第一电池组的负极连接。

9.根据权利要求 8 所述的充放电电路，其特征在于，所述所述第二切换电路还包括第八开关；

所述第八开关串联在所述第四二极管与所述第一电池组的负极之间。

10.根据权利要求 1-9 任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述储能模块包括
5 第一储能元件；所述第一储能元件包括至少一个电感；所述第一储能元件的第一端与所述开关模块连接，所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块连接。

11.根据权利要求 10 所述的充放电电路，其特征在于，所述储能模块还包括第二储能元件；所述第二储能元件连接在所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块之间。

10 12、根据权利要求 11 所述的充放电电路，其特征在于，所述第二储能元件包括至少一个电感和/或电容。

13.根据权利要求 11 所述的充放电电路，其特征在于，所述储能模块与所述充放电切换模块之间连接有第九开关，所述第九开关与所述第二储能元件串联。

14.根据权利要求 1-13 任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述开关模块包括
15 至少一组开关桥臂，所述储能模块中的第一储能元件包括至少一个储能器件，所述储能器件与所述开关桥臂的数目相等，所述储能器件与所述开关桥臂一一对应连接；

每个所述储能器件的第二端的连接点与所述充放电切换模块连接。

15.根据权利要求 14 所述的充放电电路，其特征在于，所述开关模块包括第一开关桥臂，所述第一开关桥臂包括串联的第二上桥臂和第二下桥臂；

20 所述第一开关桥臂的第一端、所述充放电切换模块的第一端及所述供电模块的第一端共线连接；

所述第一开关桥臂的第二端、所述充放电切换模块的第二端及所述供电模块的第二端共线连接。

25 16.根据权利要求 15 所述的充放电电路，其特征在于，所述第一储能元件包括电感和/或电容；

所述第二上桥臂和所述第二下桥臂的连接点与所述第一储能元件的第一端连接，所述第一储能元件的第二端与所述充放电切换模块连接。

17.根据权利要求 14 所述的充放电电路，其特征在于，每组所述开关桥臂均包括上桥臂和下桥臂，且上桥臂和下桥臂均包括并联的开关和二极管，或者，上桥臂和下桥臂均包括开关。
30

18.根据权利要求 1-13 任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述开关模块包括至少一组开关支路，所述至少一组开关支路包括串联的开关和二极管；所述储能模块中的第一储能元件包括至少一个储能器件，所述储能器件与所述开关支路的数目相等，所述储能器件与所述开关支路一一对应连接。

35 19、根据权利要求 18 所述的充放电电路，其特征在于，所述开关支路中的二极管的阴极与所述供电模块的正极连接，所述开关支路中的二极管的阳极与所述供电模块的负极连接。

20.根据权利要求 1-9 任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述储能模块包括

M相电机，所述开关模块包括M相桥臂，M为正整数；

其中，所述M相桥臂与所述供电模块及所述充放电切换模块并联连接；

所述M相桥臂的上下桥臂连接点分别与所述M相电机的M相绕组一一对应连接；

所述充放电切换模块与所述M相绕组的连接点连接。

5 21.根据权利要求20所述的充放电电路，其特征在于，所述M相电机包括第一M相电机及第二M相电机；

所述第一M相电机的M相绕组连接点与所述第二M相电机的M相绕组连接点连接。

22.根据权利要求21所述的充放电电路，其特征在于，

10 所述开关模块的M相桥臂的上下桥臂连接点分别与所述第一M相电机的M相绕组一一对应连接。

23.根据权利要求21所述的充放电电路，其特征在于，所述充放电切换模块包括M相桥臂；

15 所述充放电切换模块的M相桥臂中上下桥臂连接点分别与所述第二M相电机的M相绕组一一对应连接。

24.根据权利要求1-9任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述供电模块包括第一电池组；

20 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于充放电使能信号，在所述充放电电路中产生的交流电流的波形包括三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种。

25.根据权利要求1-5任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组和第二电池组；

25 所述充放电切换模块和所述开关模块，用于响应于第一充放电使能信号，在所述充放电电路中产生方波或类方波的交流电流；或者，用于响应于第二充放电使能信号，在所述充放电电路中产生三角波形、类三角波形、正弦波形及类正弦波形中的任意一种波形的交流电流；

其中，所述第一充放电使能信号对应的充放电频率大于所述第二充放电使能信号对应的充放电频率。

26.根据权利要求25所述的充放电电路，其特征在于，

30 所述第二电池组的第一端与所述充放电切换模块的第一端连接，所述第二电池组的第二端与所述第一电池组的第二端、所述开关模块的第二端、所述充放电切换模块的第二端共线连接；

所述第一电池组的第一端与所述开关模块的第一端连接；

所述第一电池组的第一端与所述第二电池组的第一端之间连接有第十开关。

35 27.根据权利要求25所述的充放电电路，其特征在于，所述储能模块的第一端与所述开关模块的第一端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第一端连接；或者，所述储能模块的第一端与所述开关模块的第二端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第二端连接。

28.根据权利要求 1-9 任一项所述的充放电电路，其特征在于，所述供电模块包括的电池组的两端并联有电容。

29.一种充放电系统，其特征在于，包括控制模块以及权利要求 1-28 任一项所述的充放电电路；所述控制模块，用于向所述充放电电路发送指令以控制供电模块进行充
5 放电。

30.根据权利要求 29 所述的充放电系统，其特征在于，还包括与所述充放电电路连接的充电装置；

所述充电装置用于通过所述充放电电路向所述供电模块包括的电池组充电。

31.一种充放电控制方法，其特征在于，应用于权利要求 29 或 30 所述的充放电系
10 统，所述方法包括：

发送充放电使能信号，控制所述充放电切换模块和所述开关模块导通或截止，使所述充放电电路中形成交替切换的充电回路和放电回路，以产生交流波形的电流。

32.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，

以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充电使能信号和放
15 电使能信号，以控制交替地切换所述充电回路和放电回路。

33.根据权利要求 31 或 32 所述的方法，其特征在于，所述充放电切换模块包括串联的第一切换电路和第二切换电路，所述开关模块包括至少一组开关桥臂，每组开关桥臂包括上桥臂和下桥臂；

所述交替切换的充电回路和放电回路包括：

所述开关模块的每组上桥臂、所述储能模块、所述第二切换电路以及所述供电模
20 块之间的回路，和，

所述开关模块的每组下桥臂、所述储能模块、所述第一切换电路以及所述供电模
块之间的回路。

34.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组，
25 所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

发送放电使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述第一上桥臂、所述储能模块及每组所述开关桥臂的下桥臂之间的
30 放电回路；

发送充电使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、所述第一下桥臂、所述储能模块及每组所述开关桥臂的上桥臂之间的
35 充电回路。

35.根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于，

发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第一下桥臂导通，形
成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第一下桥臂之间的
40 放电回路；

发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂和所述第一上桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第一上桥臂之间

的充电回路。

36.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第三二极管，所述第二切换电路包括第五开关；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

5 发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第五开关导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第五开关之间的放电回路；

发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第三二极管之间的充电回路。

10 37.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第七开关，所述第二切换电路包括第四二极管，所述第四二极管的阳极与所述第一电池组的负极连接；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；

发送放电使能信号，控制所述第七开关及每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成
15 所述供电模块、所述第七开关、所述储能模块及每组所述开关桥臂的下桥臂之间的放电回路；

发送充电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、所述第四二极管、所述储能模块及每组所述开关桥臂的上桥臂之间的充电回路。

20 38.根据权利要求 37 所述的方法，其特征在于，所述第四二极管的阴极与所述第一电池组的负极连接；

发送放电使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂导通，形成所述供电模块、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第四二极管之间的放电回路；

发送充电使能信号，控制所述第七开关及每组所述开关桥臂的下桥臂导通，形成
25 所述供电模块、每组所述开关桥臂的下桥臂、所述储能模块及所述第七开关之间的充电回路。

39.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组，所述储能模块包括第一 M 相电机和第二 M 相电机，所述开关模块包括 M 相桥臂，所述充放电切换模块包括 M 相桥臂；所述第一 M 相电机的 M 相绕组与所述开关模块的 M 相桥臂一一对应连接，所述第二 M 相电机的 M 相绕组与所述充放电切换模块的 M
30 相桥臂一一对应连接；第一 M 相电机的 M 相绕组连接点和第二 M 相电机的 M 相绕组连接点连接；

发送放电使能信号，控制所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂、
35 所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂之间的放电回路；

发送充电使能信号，控制所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、
所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂

之间的充电回路。

40.根据权利要求 39 所述的方法，其特征在于，

发送放电使能信号，控制所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述开关模块的 M 相桥臂的下桥臂、
5 所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述充放电切换模块的 M 相桥臂的上桥臂之间的放电回路；

发送充电使能信号，控制所述开关模块的 M 相桥臂的上桥臂和所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂导通，形成所述供电模块、所述充放电切换模块的 M 相桥臂的下桥臂、所述第一 M 相电机、所述第二 M 相电机及所述开关模块的 M 相桥臂的上桥
10 臂之间的充电回路。

41.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述供电模块包括至少第一电池组和第二电池组；

通过所述充电回路或所述放电回路对所述第一电池组或所述第二电池组进行充放电，在所述充放电电路中形成方波或类方波的交流电流；

15 所述充放电包括切换所述第一电池组与所述第二电池组的充放电状态；所述充放电状态包括所述第一电池组充电，同时所述第二电池组放电；或者，所述第一电池组放电，同时所述第二电池组充电。

42.根据权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述第二电池组的第一端与所述充放电切换模块的第一端连接，所述第二电池组的第二端与所述第一电池组的第二端、
20 所述开关模块的第二端、所述充放电切换模块的第二端共线连接；所述第一电池组的第一端与所述开关模块的第一端连接；所述第一电池组的第一端与所述第二电池组的第一端之间连接有第十开关；所述方法还包括：

确定所述第一电池组和所述第二电池组满足加热条件，控制所述第十开关断开。

43.根据权利要求 42 所述的方法，其特征在于，所述充放电切换模块包括第一切换
25 电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的一端与所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点连接，所述储能模块的另一端与所述开关桥臂的上下桥臂连接点连接；

发送第一使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的下桥臂均导通，
30 形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块和所述开关桥臂的下桥臂之间的放电回路，使所述第一电池组向所述储能模块放电；

发送第二使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，
形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块、每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第二电池组的充电回路，使所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组
35 充电。

44.根据权利要求 43 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

反复切换每组所述开关桥臂的上桥臂导通或下桥臂导通，以控制向所述第二电池组充电的时间。

45.根据权利要求 43 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

发送第三使能信号，控制所述第一下桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第二电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块及所述第一下桥臂之间的放电回路，使所述第二电池组向所述储能模块放电；

5 发送第四使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第二电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块、所述第一上桥臂和所述第一电池组的充电回路，使所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电。

46.根据权利要求 45 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

10 反复切换所述第一上桥臂导通或所述第一下桥臂导通，以控制向所述第一电池组充电的时间。

47.根据权利要求 42 所述的方法，其特征在于，所述所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的第一端与所述开关模块的第一端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第一端连接；

15 发送第一使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第一电池组向所述储能模块放电的回路；

发送第二使能信号，控制每组所述开关桥臂的下桥臂及所述第一下桥臂同时导通，形成所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电的回路。

20 48.根据权利要求 47 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

发送第三使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第二电池组向所述储能模块放电的回路；

发送第四使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电的回路。

25 49.根据权利要求 42 所述的方法，其特征在于，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的第一端与所述开关模块的第二端连接，所述储能模块的第二端与所述充放电切换模块的第二端连接；

30 发送第一使能信号，控制所述第一下桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第二电池组向所述储能模块放电的回路；

发送第二使能信号，控制每组所述开关桥臂的上桥臂及所述第一上桥臂同时导通，形成所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电的回路。

50.根据权利要求 49 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

35 发送第三使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的下桥臂同时导通，形成所述第一电池组向所述储能模块放电的回路；

发送第四使能信号，控制所述第一上桥臂和每组所述开关桥臂的上桥臂同时导通，形成所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电的回路。

51.根据权利要求 42 所述的方法，其特征在于，所述所述充放电切换模块包括第一

切换电路和第二切换电路，所述第一切换电路包括第一上桥臂，所述第二切换电路包括第一下桥臂；所述开关模块包括至少一组开关桥臂；所述储能模块的一端与所述第一上桥臂和所述第一下桥臂的连接点连接，所述储能模块的另一端与所述开关桥臂的上下桥臂连接点连接；

- 5 发送第一使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第一电池组、每组所述开关桥臂的上桥臂、所述储能模块、所述第一上桥臂和所述第二电池组之间的充放电回路，使所述第一电池组向所述储能模块放电，以及所述第一电池组和所述储能模块向所述第二电池组充电；

- 10 发送第二使能信号，控制所述第一上桥臂及每组所述开关桥臂的上桥臂均导通，形成所述第一电池组、所述第一上桥臂、所述储能模块、每组所述开关桥臂的上桥臂和所述第二电池组的充放电回路，使所述第二电池组向所述储能模块放电，以及所述第二电池组和所述储能模块向所述第一电池组充电。

52.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，所述储能模块与所述充放电切换模块之间连接有第九开关；

- 15 确定所述供电模块包括的电池组满足加热条件，控制所述第九开关闭合；或者，确定所述电池组满足停止加热条件，控制所述第九开关断开。

53.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，发送充放电使能信号之前，还包括：

- 20 确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值；若每个电池组的荷电状态值大于或等于所述预设阈值，则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

54.根据权利要求 53 所述的方法，其特征在于，所述确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值之前，还包括：

- 25 确定所述供电模块的温度是否小于预设温度阈值；如果是，则执行确定所述供电模块中每个电池组的荷电状态值是否大于或等于预设荷电阈值的操作。

55.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，发送充放电使能信号之前，还包括：

- 30 获取所述电机的工作状态；若所述工作状态指示所述电机处于非驱动状态，则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

56.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，发送充放电使能信号之前，还包括：

- 35 接收车辆控制器发送的控制信号；若所述控制信号指示为所述供电模块加热，则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

57.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，发送充放电使能信号之前，还包括：

接收电池管理系统发送的请求数据；

若所述请求数据指示所述供电模块满足加热条件，则以预设频率交替地向所述充放电切换模块和所述开关模块发送充放电使能信号。

58.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

5 在所述充放电过程中，确定所述供电模块包括的每个电池组的温度是否满足停止加热条件；所述停止加热条件包括所述电池组达到预设温度或所述电池组的温升异常；若是，则向所述充放电切换模块和所述开关模块发送停止加热信号，所述停止加热信号触发所述充放电切换模块和所述开关模块断开所述充放电回路。

10 59.根据权利要求 31-51 任一项所述的方法，其特征在于，所述充放电系统还包括充电装置，所述方法还包括：

在所述充电装置的电压低于所述供电模块的电压时，控制所述开关模块和所述充放电切换模块，形成所述充电装置向所述储能模块充电的回路、以及所述充电装置和所述储能模块同时向所述供电模块充电的回路；

15 在所述充电装置的电压高于所述供电模块的电压时，控制所述开关模块和所述充放电切换模块，形成所述充电装置向所述供电模块和所述储能模块充电的回路、以及所述储能模块向所述供电模块充电的回路。

20 60.根据权利要求 59 所述的方法，其特征在于，所述储能模块与所述开关模块连接的一端通过第一开关管与充电装置的一端连接，所述开关模块的第二端与所述充电装置的另一端连接，所述充电装置用于通过所述加热模块向所述供电模块充电，所述开关模块包括至少一组开关桥臂，所述充放电切换模块包括第一切换电路和第二切换电路，所述方法还包括：

控制每组开关桥臂的上桥臂断开；

25 在所述充电装置的电压低于所述供电模块的电压时，控制所述第二切换电路和所述第一开关管导通，所述第一切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块和所述第二切换电路的回路，用于所述充电装置对所述储能模块充电；以及，

控制所述第一切换电路和所述第一开关管导通，所述第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块、所述第一切换电路和所述供电模块的回路，用于所述充电装置和所述储能模块同时向所述供电模块充电。

30 61.根据权利要求 60 所述的方法，其特征在于，所述每组开关桥臂的下桥臂中包括并联的开关和二极管；所述方法还包括：

35 在所述充电装置的电压高于所述供电模块的电压时，控制所述第一切换电路和所述第一开关管闭合，所述第二切换电路和每组开关桥臂的下桥臂断开，形成包括所述充电装置、所述储能模块、所述第一切换电路和所述供电模块的回路，用于所述充电装置向所述供电模块和所述储能模块充电；以及，

控制所述第一切换电路闭合，所述第二切换电路、所述每组开关桥臂的下桥臂和所述第一开关管断开，形成包括所述储能模块、所述第一切换电路、所述供电模块和所述每组开关桥臂的下桥臂中的二极管的回路，用于所述储能模块向所述供电模块充

电。

62.一种用电设备，其特征在于，包括权利要求 29 所述的充放电系统。

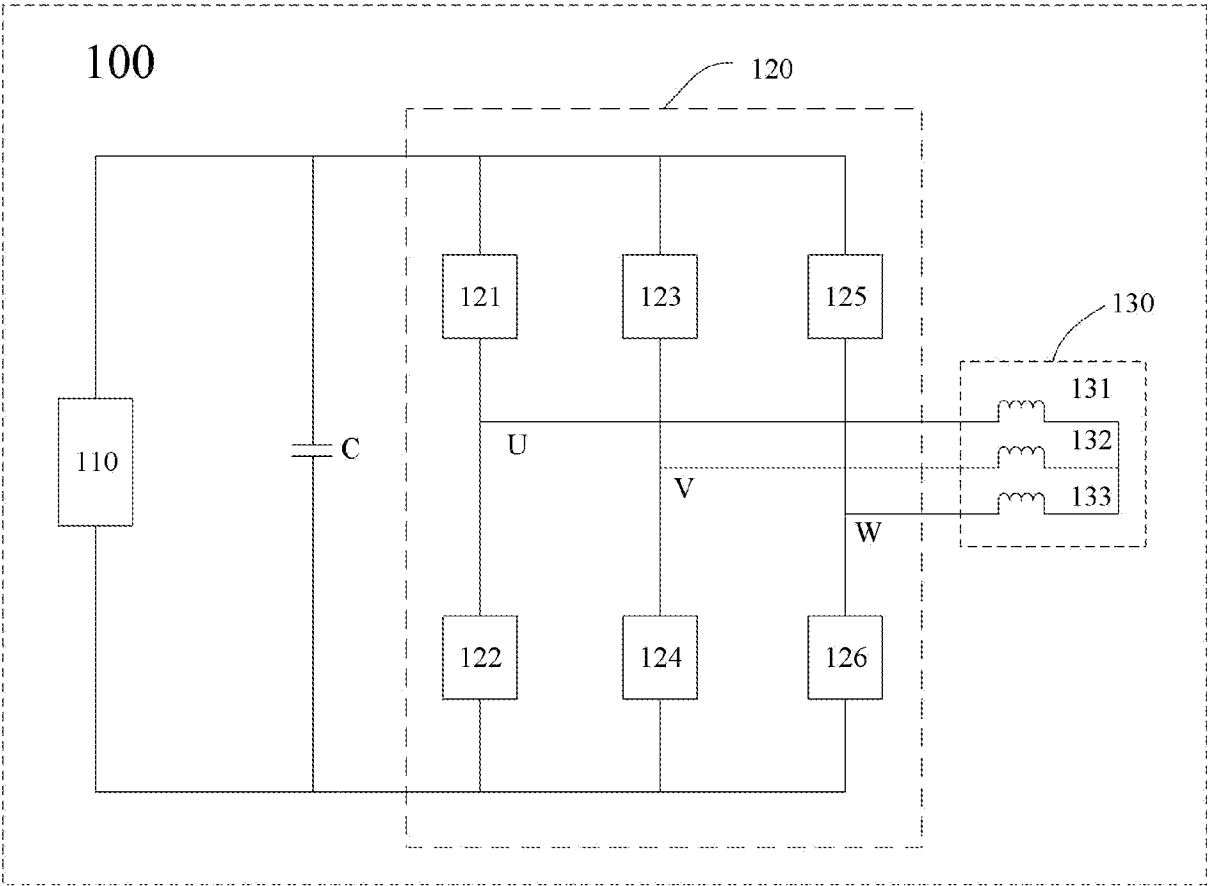


图 1

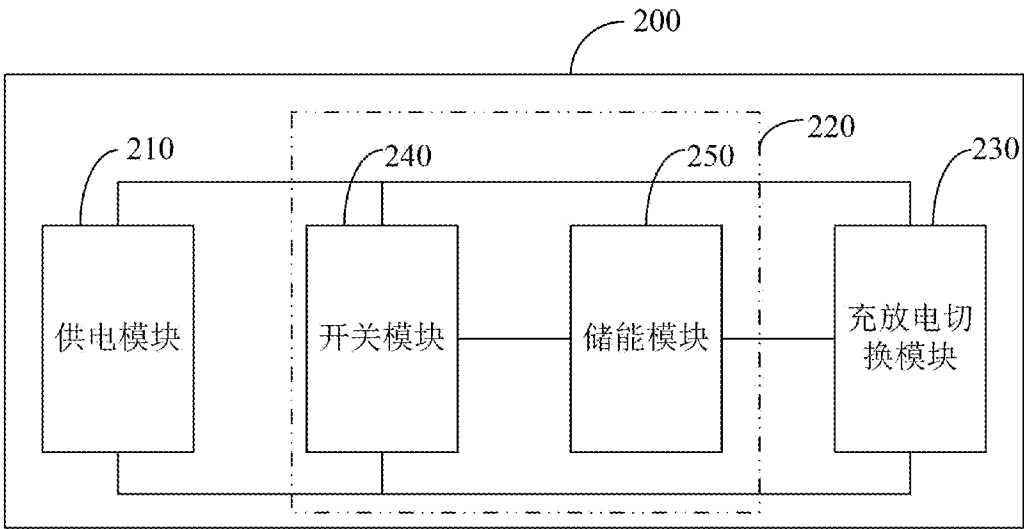


图 2

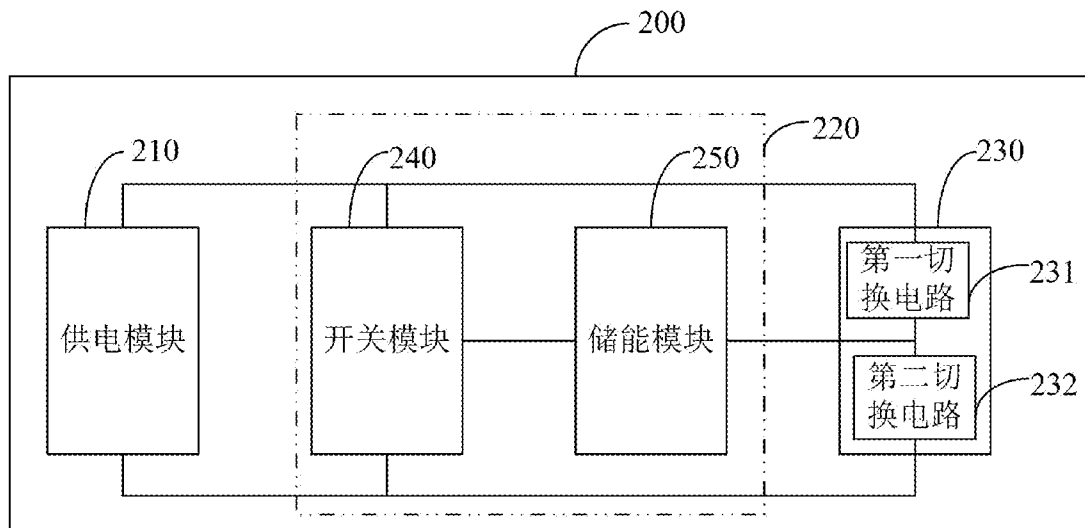


图 3

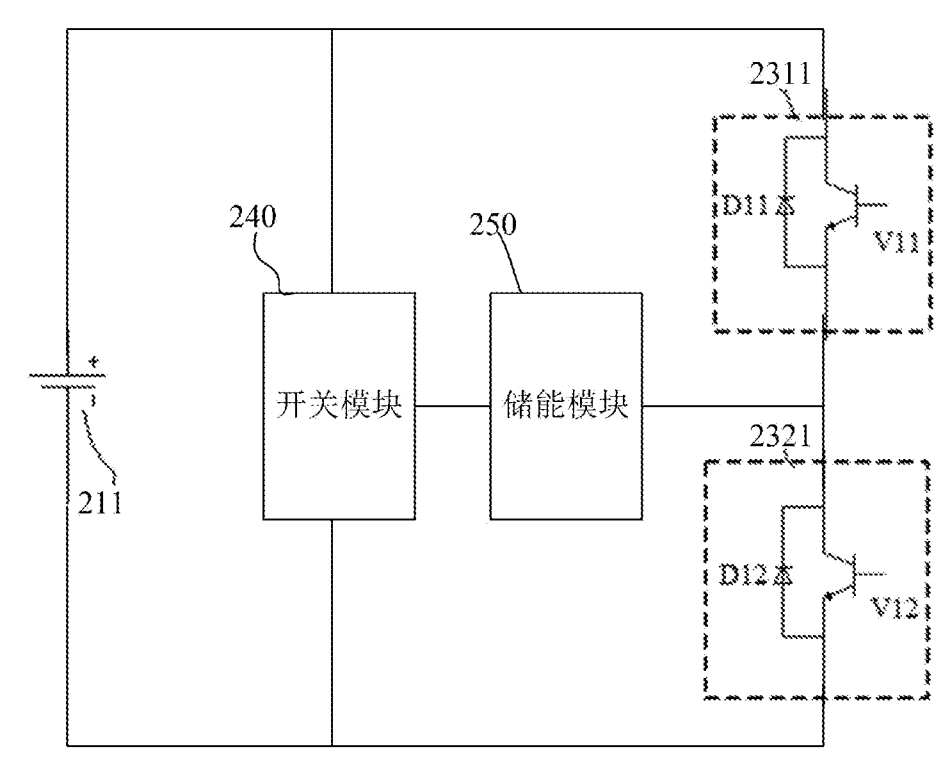


图 4

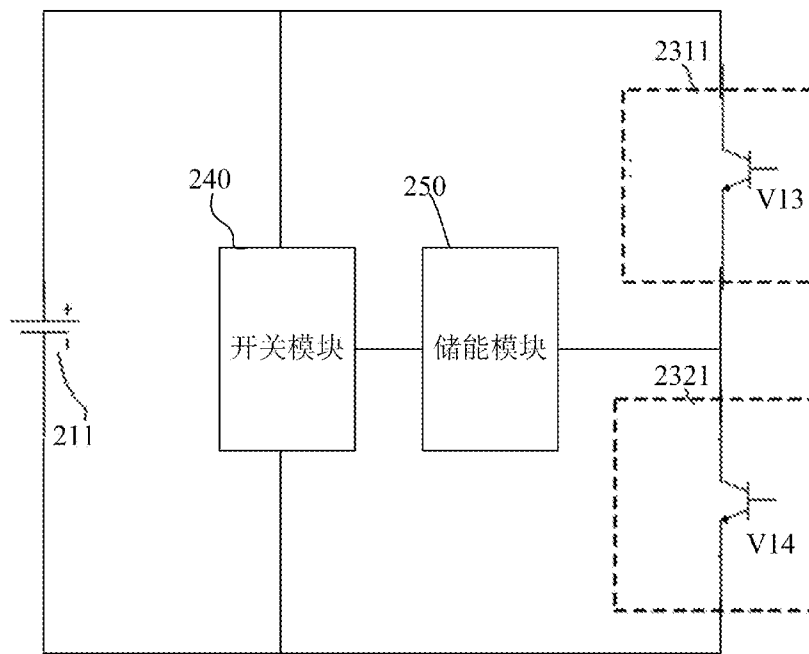


图 5

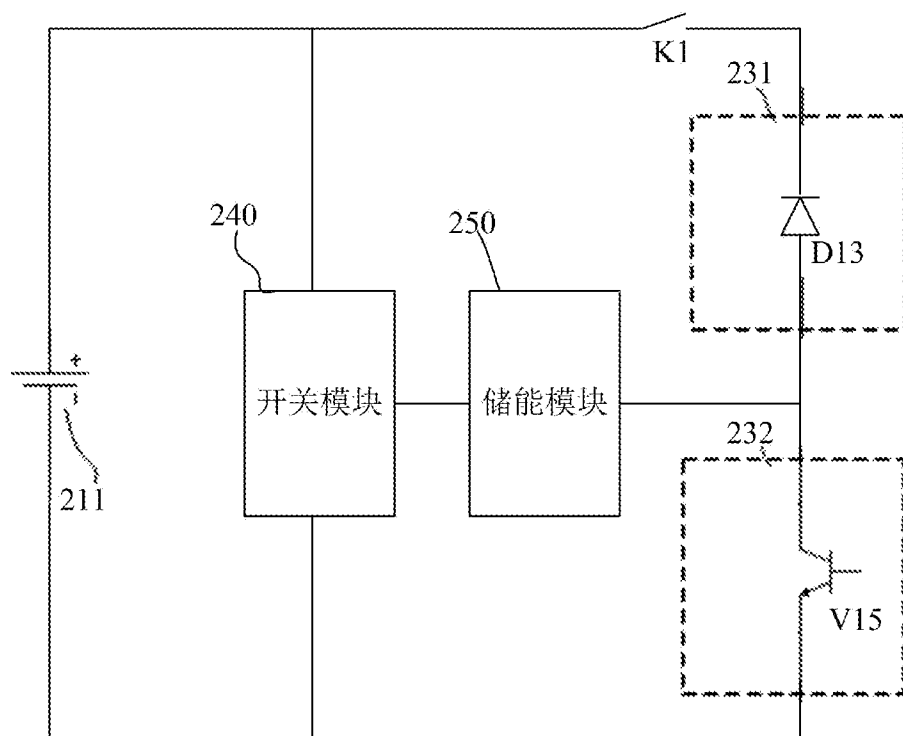


图 6

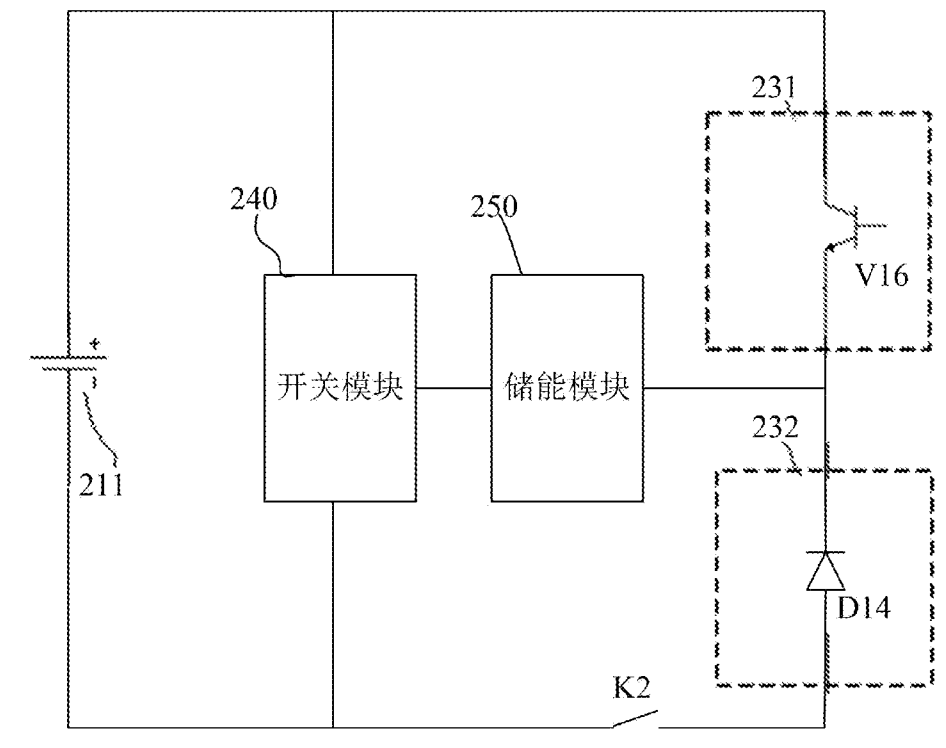


图 7

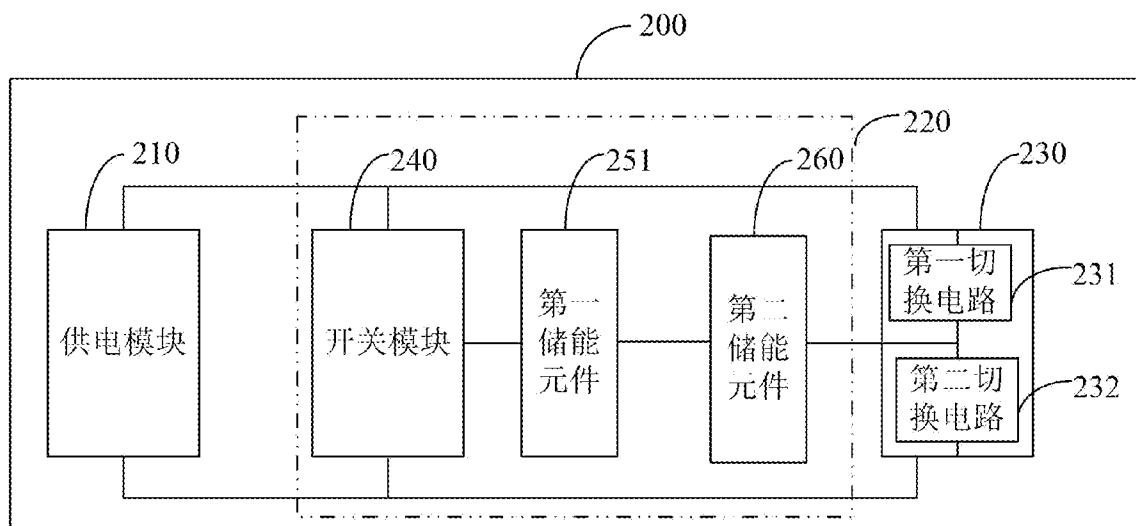


图 8

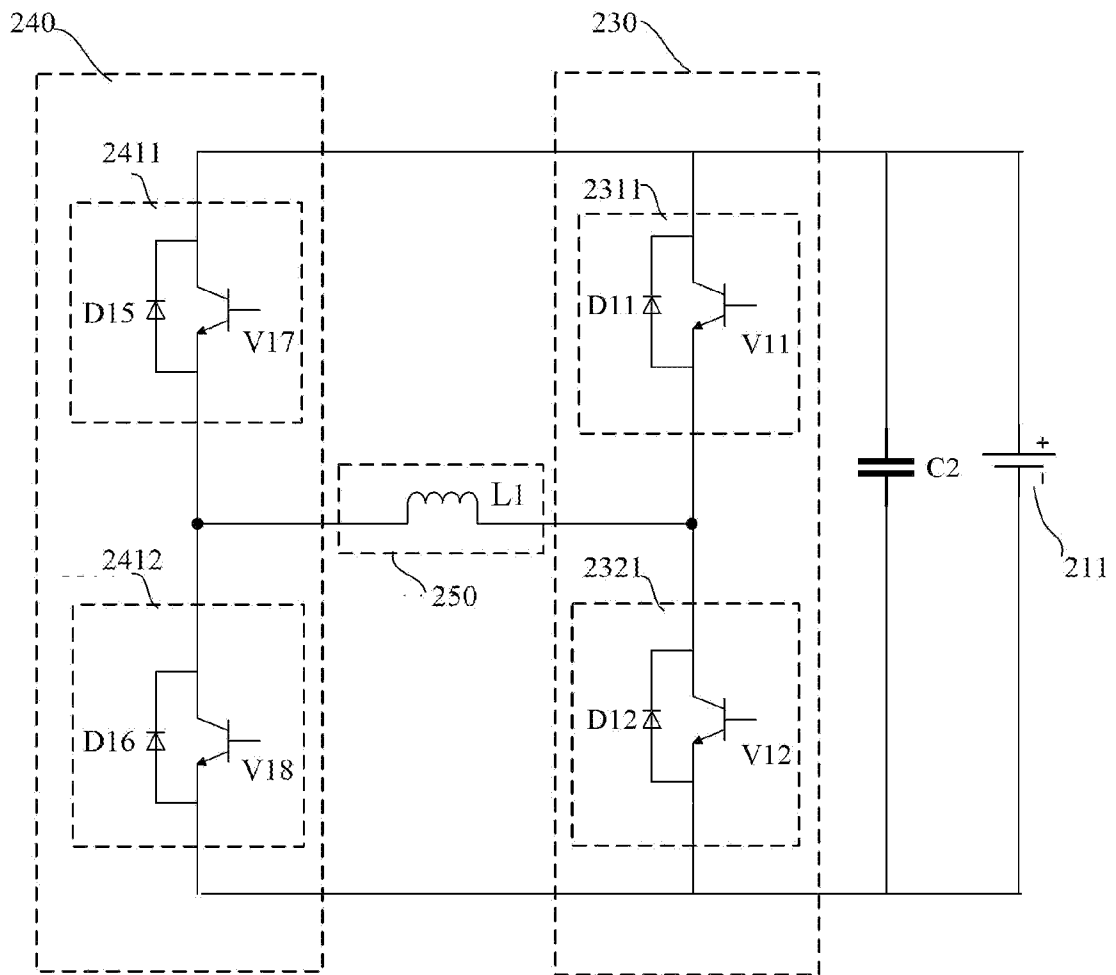


图 9

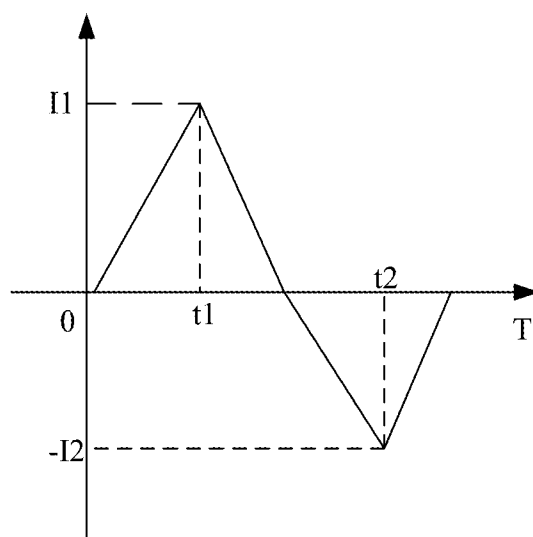


图 10

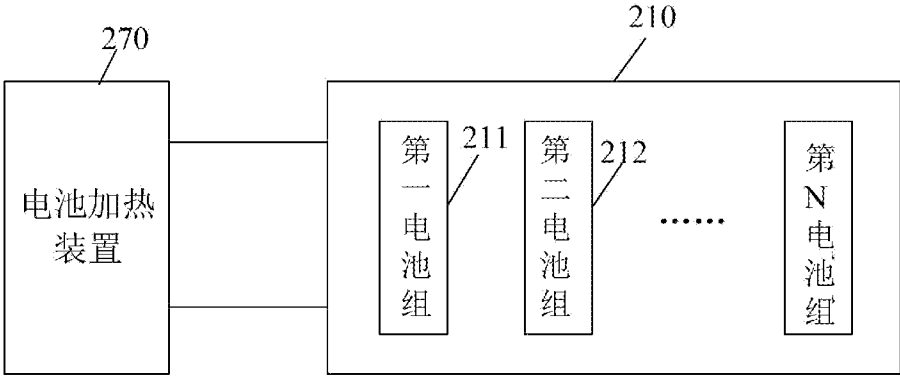


图 11

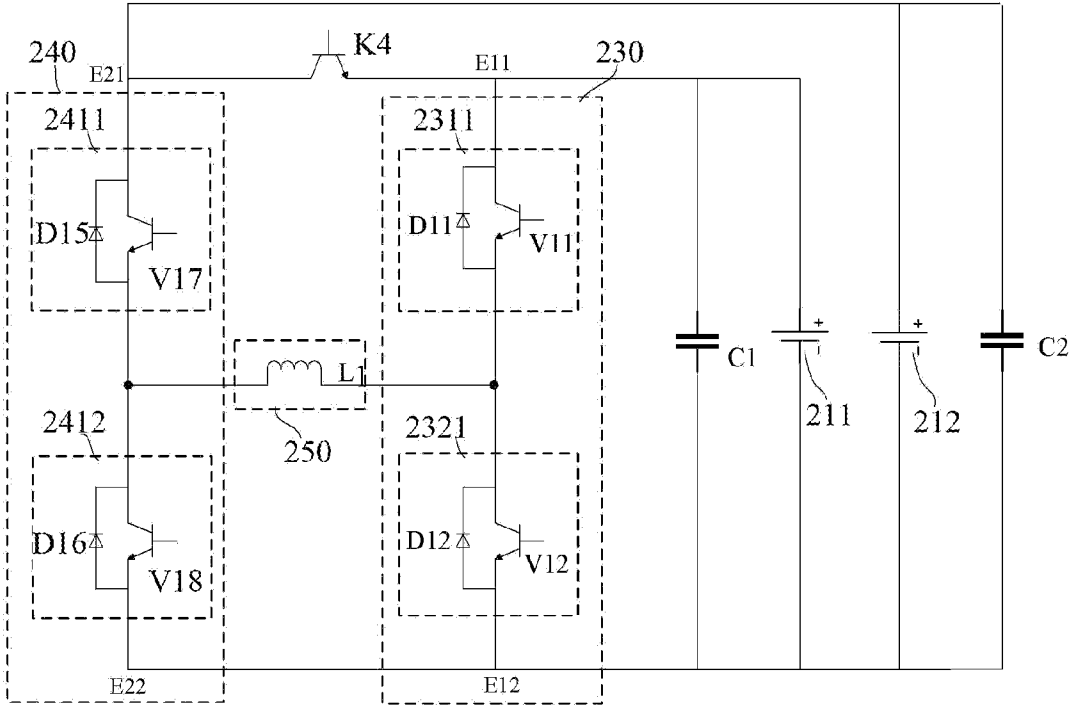


图 12

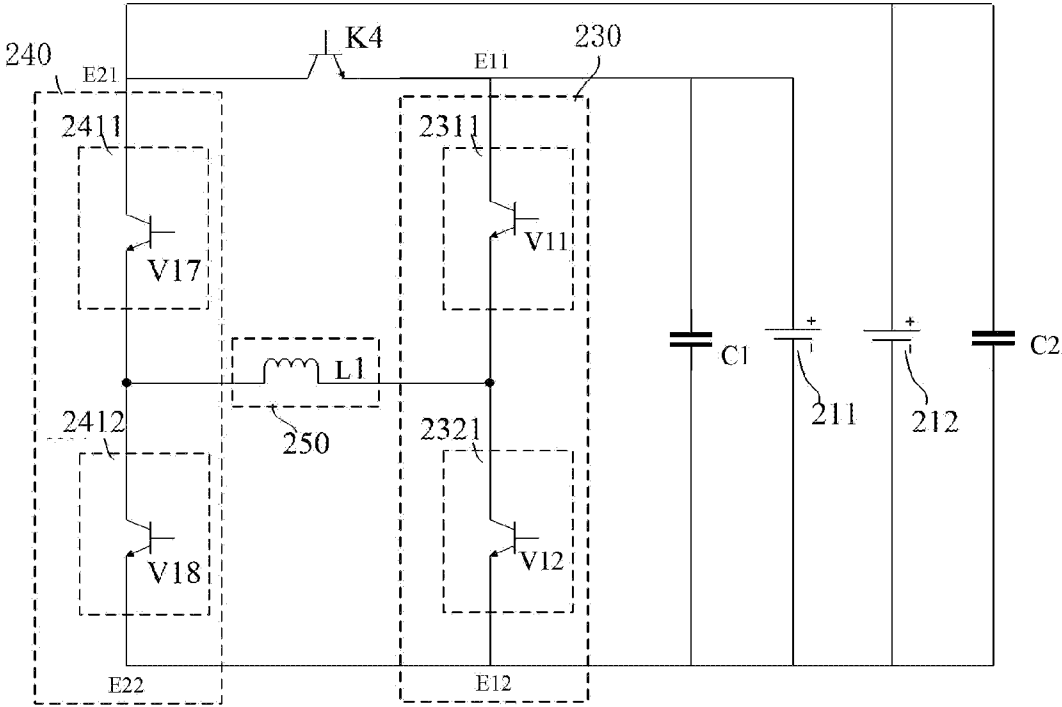


图 13

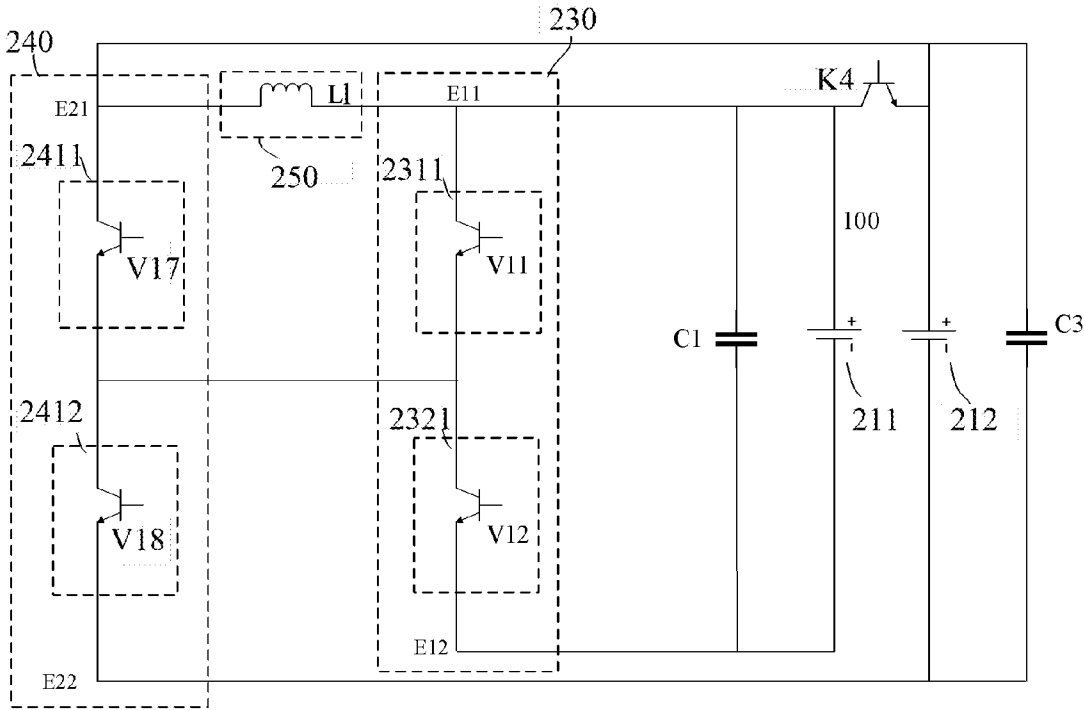


图 14

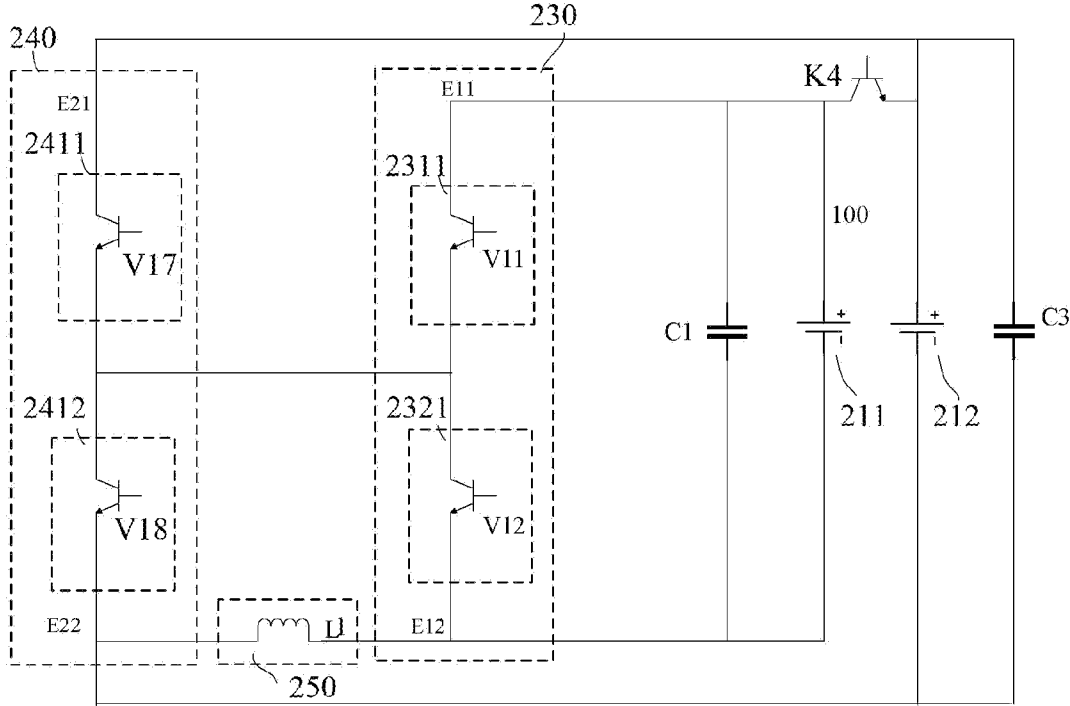


图 15

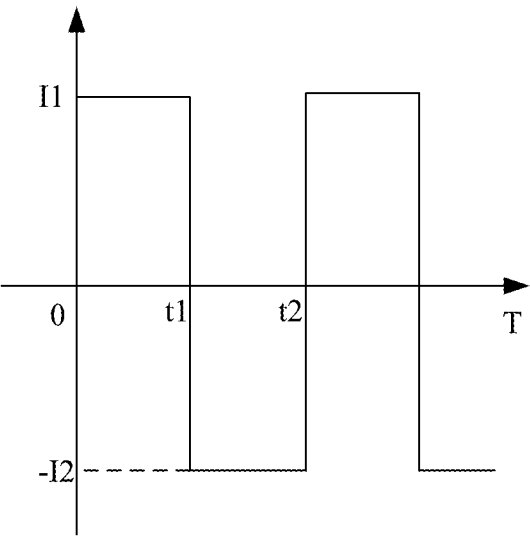


图 16

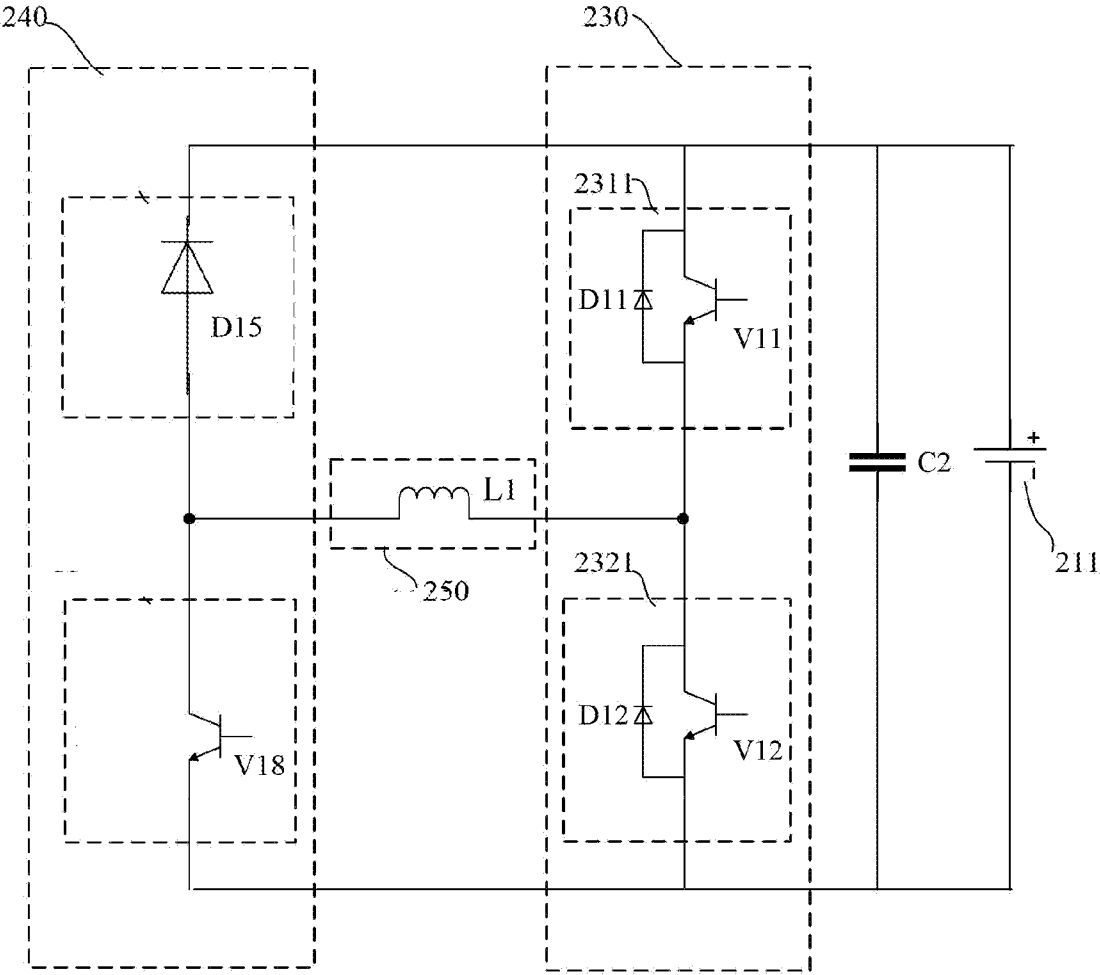


图 17

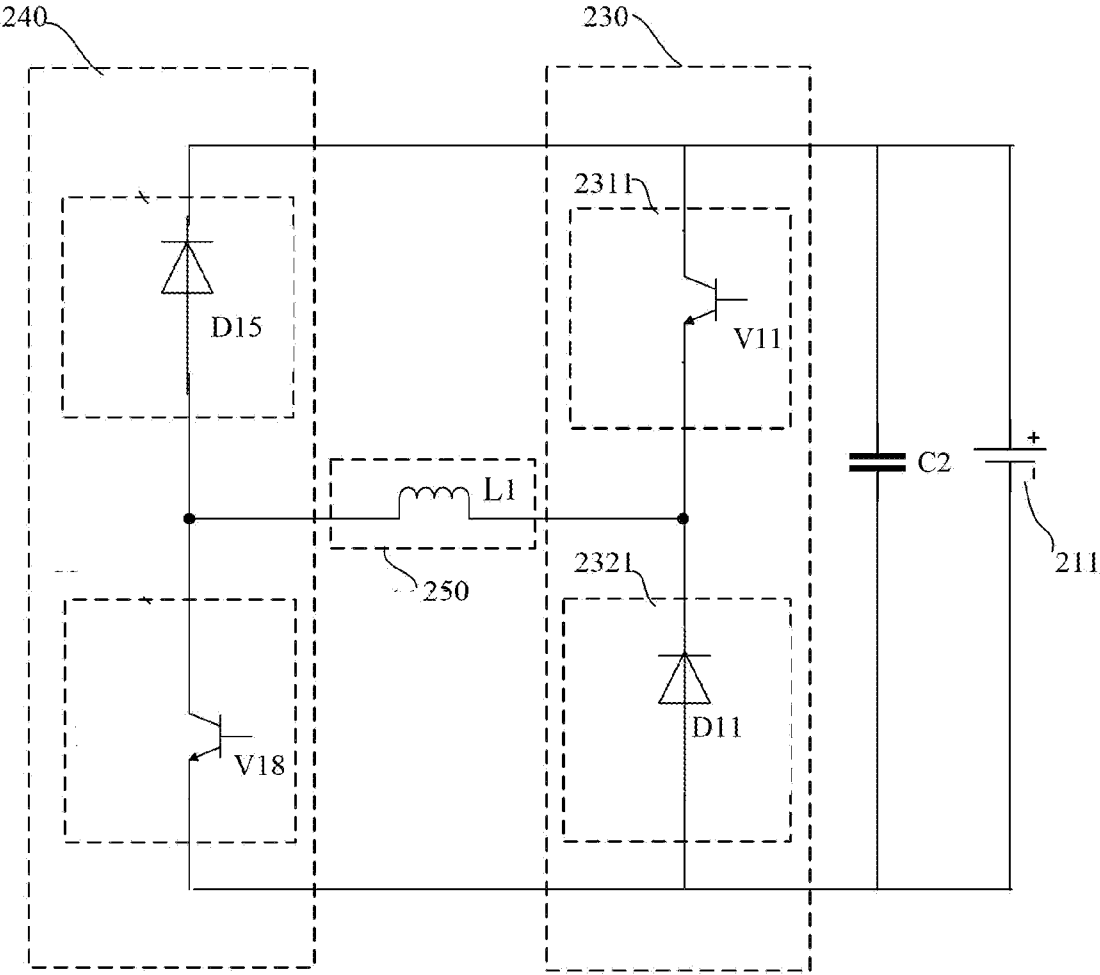


图 18

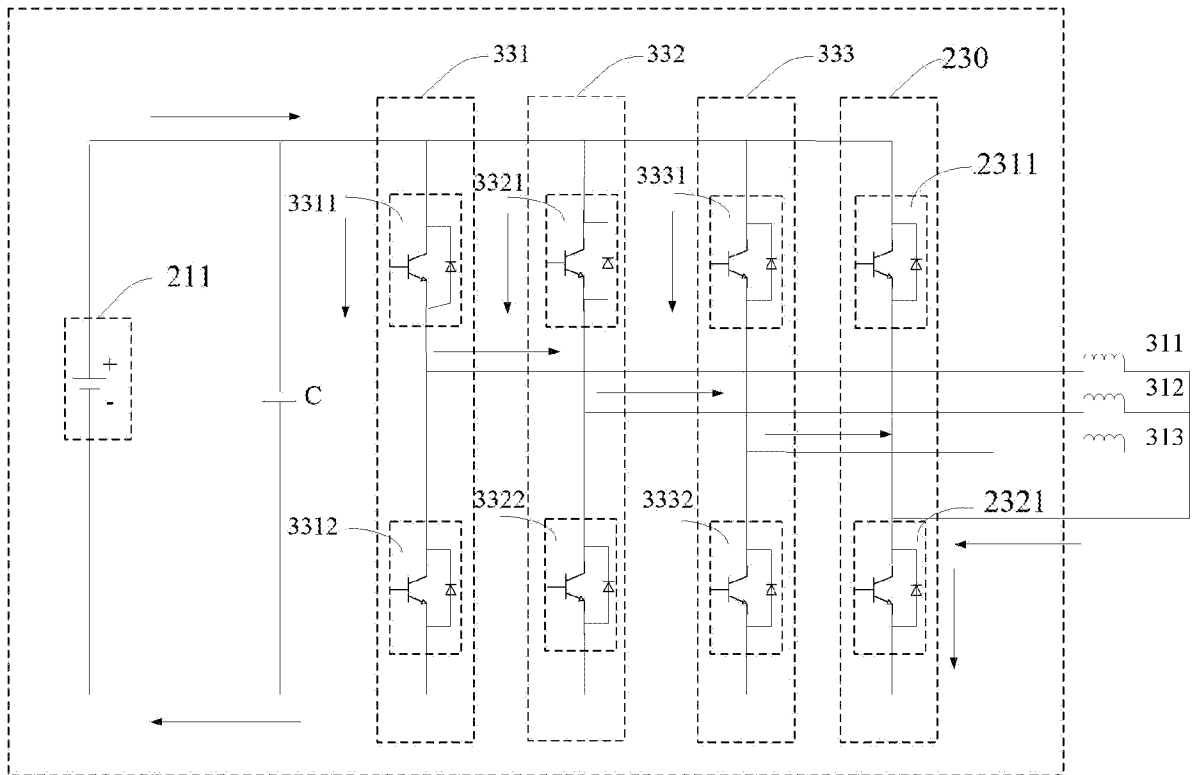


图 19

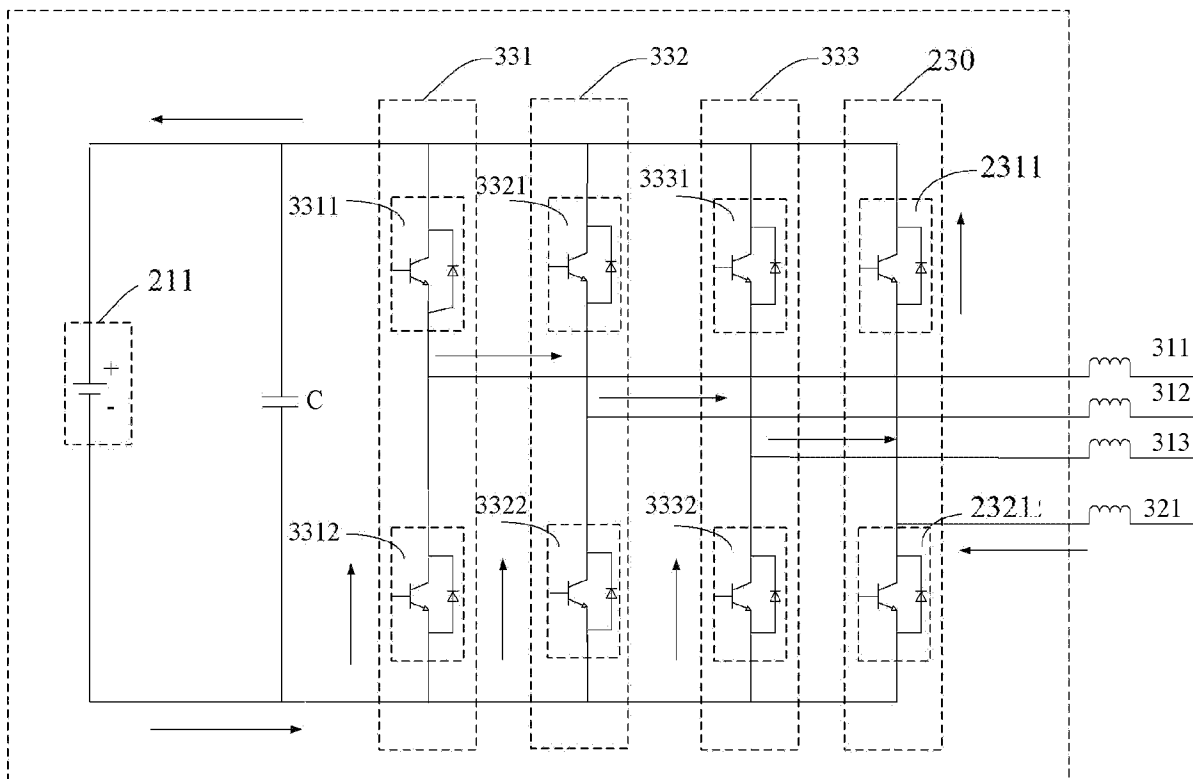


图 20

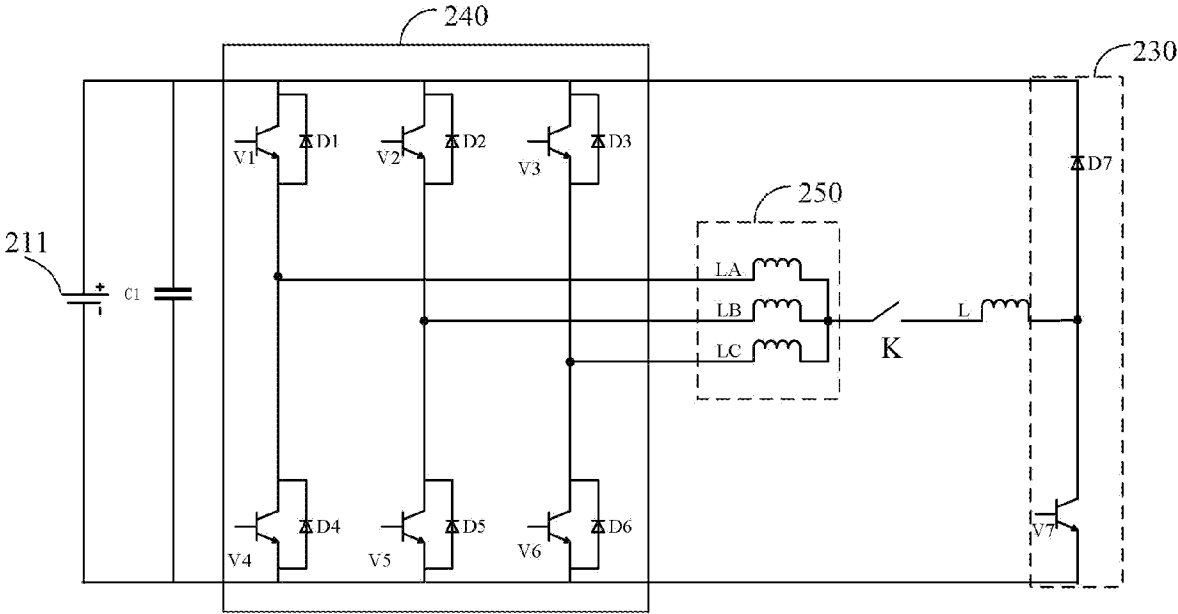


图 21

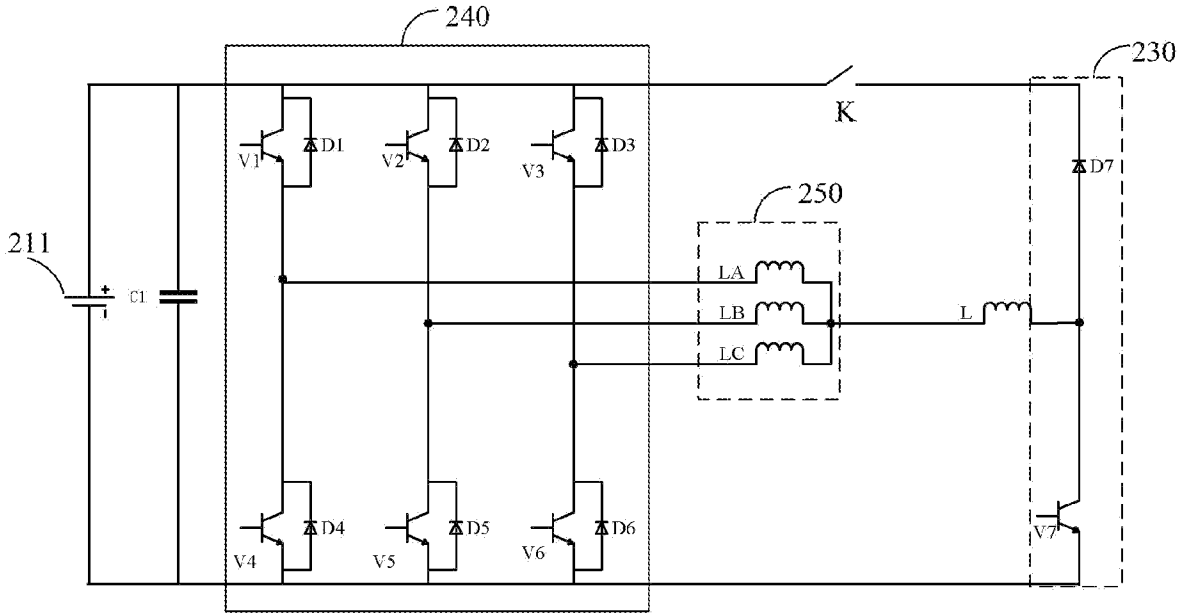


图 22

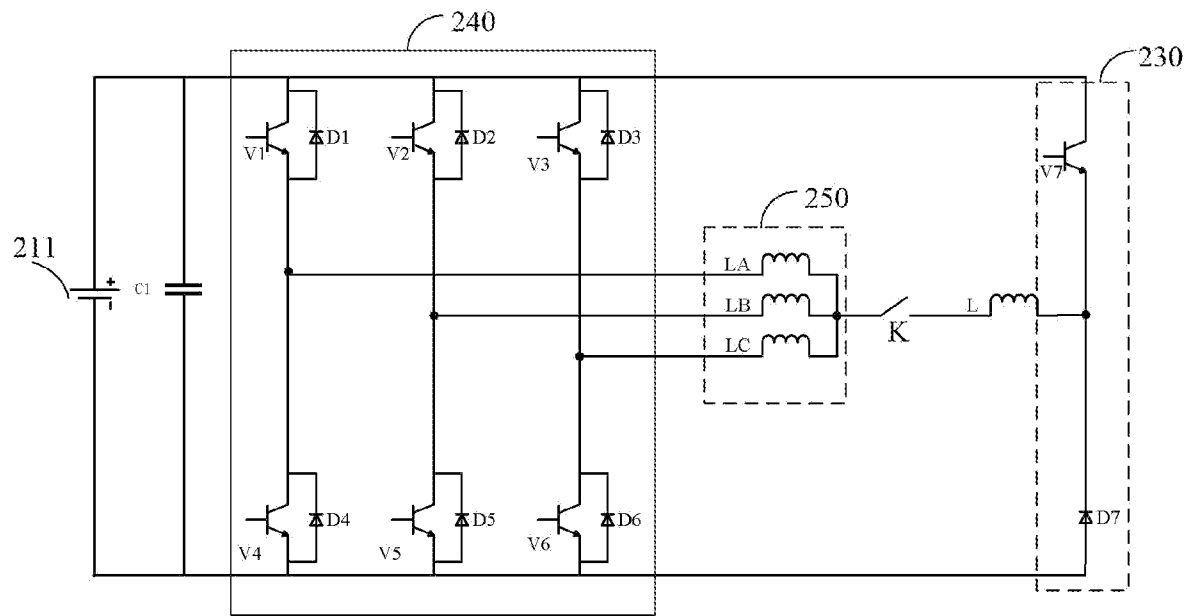


图 23

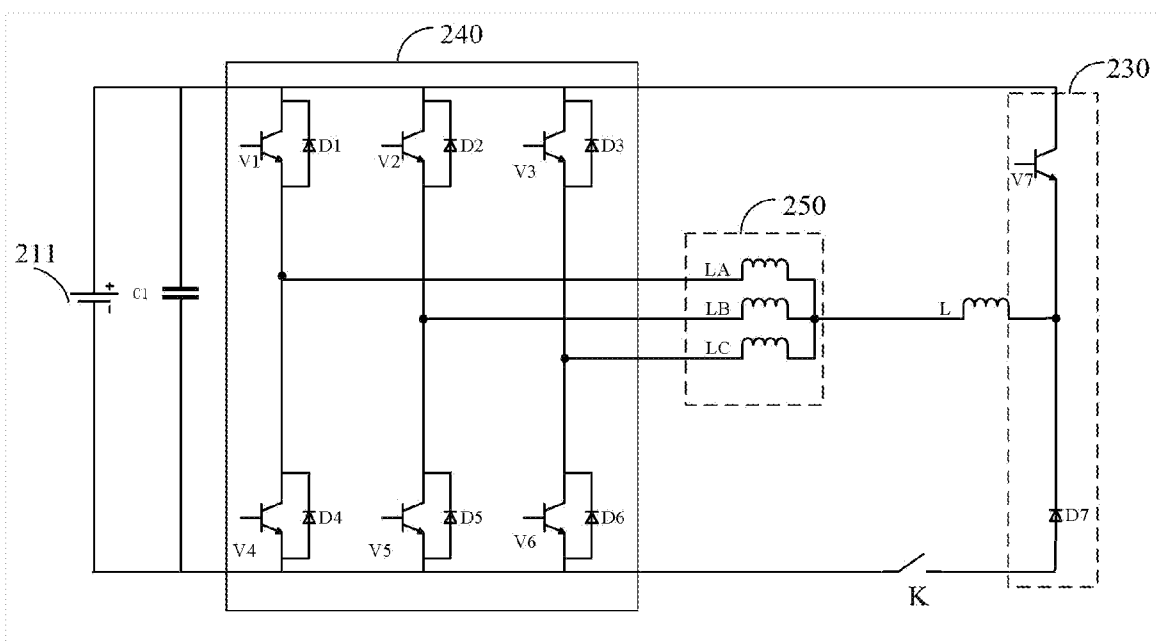


图 24

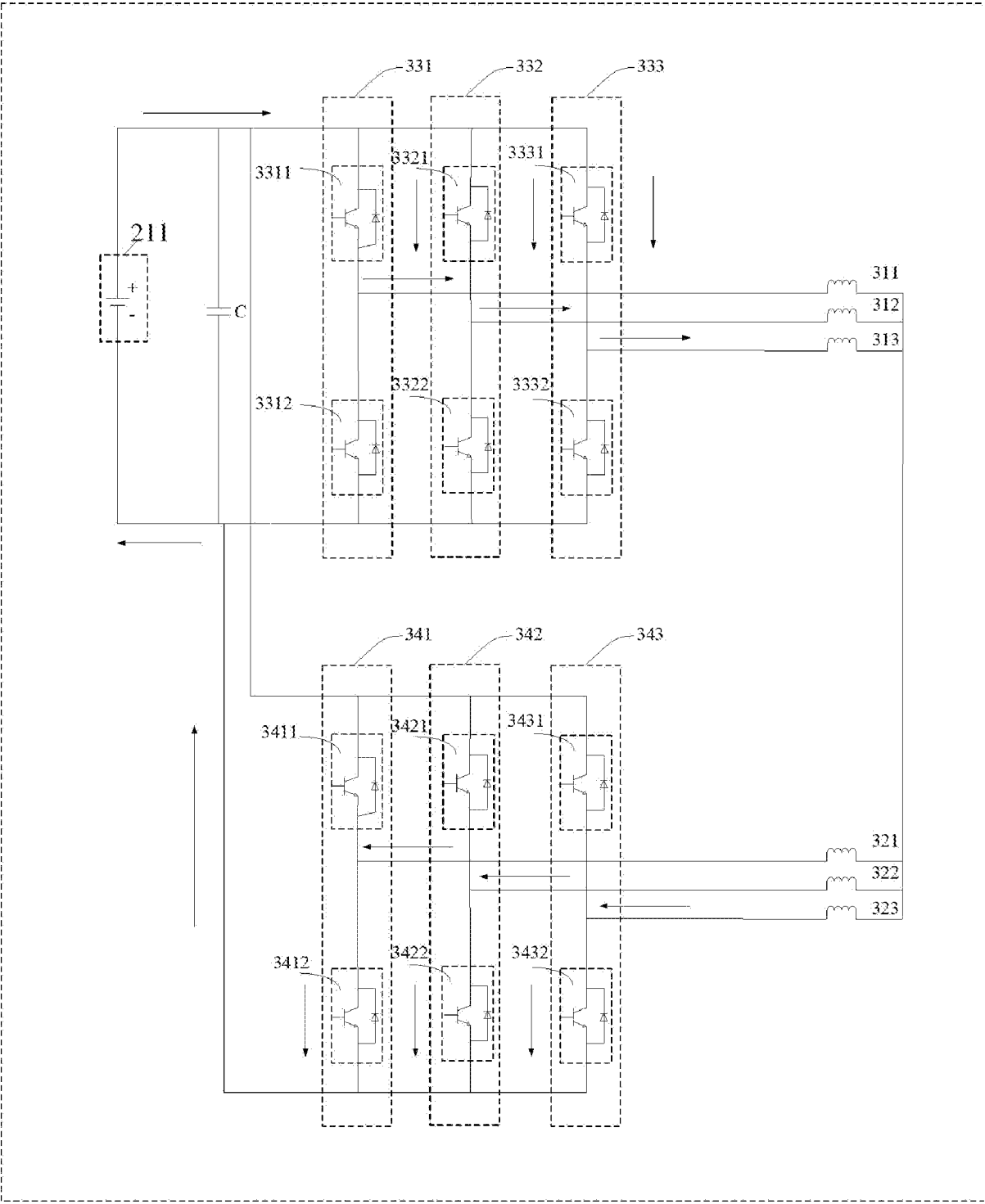


图 25

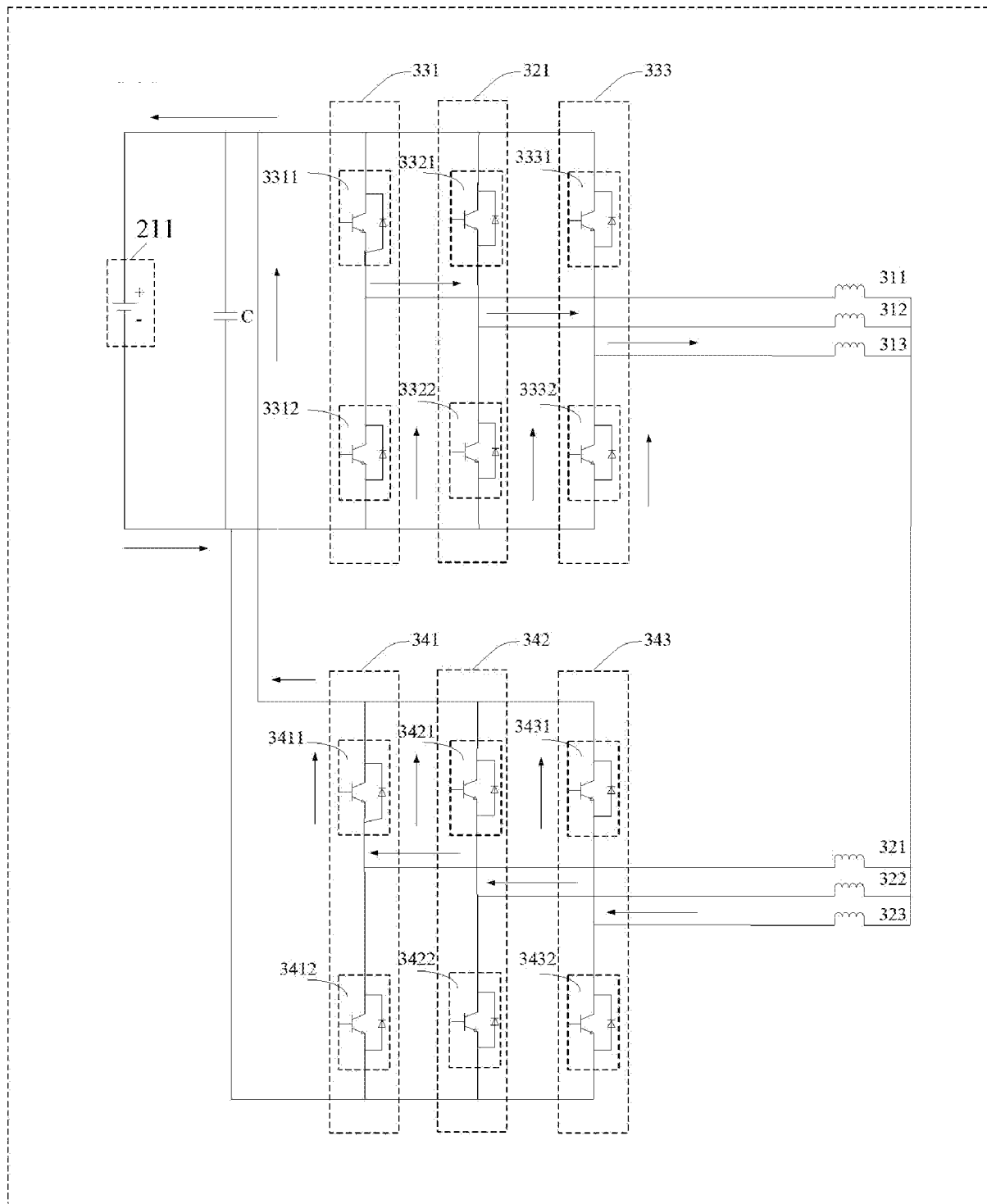


图 26

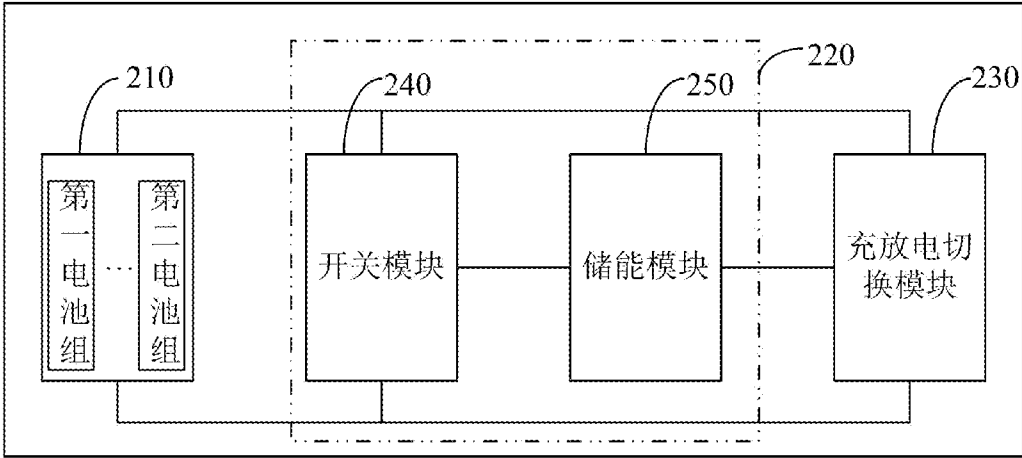


图 27

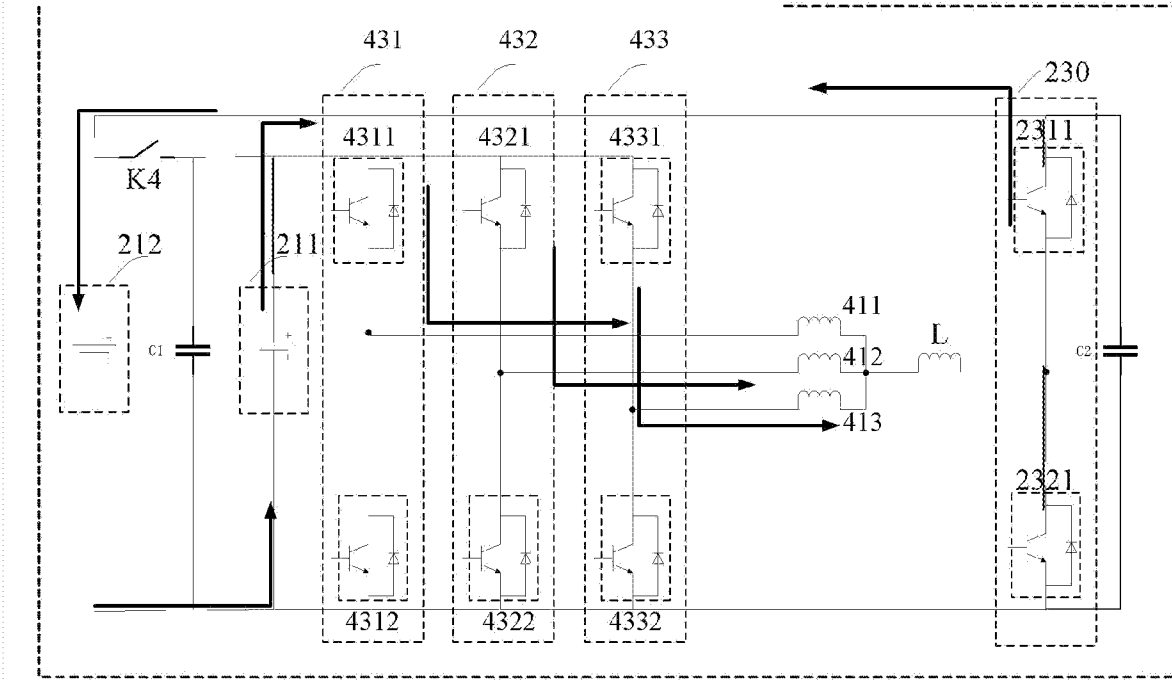


图 28

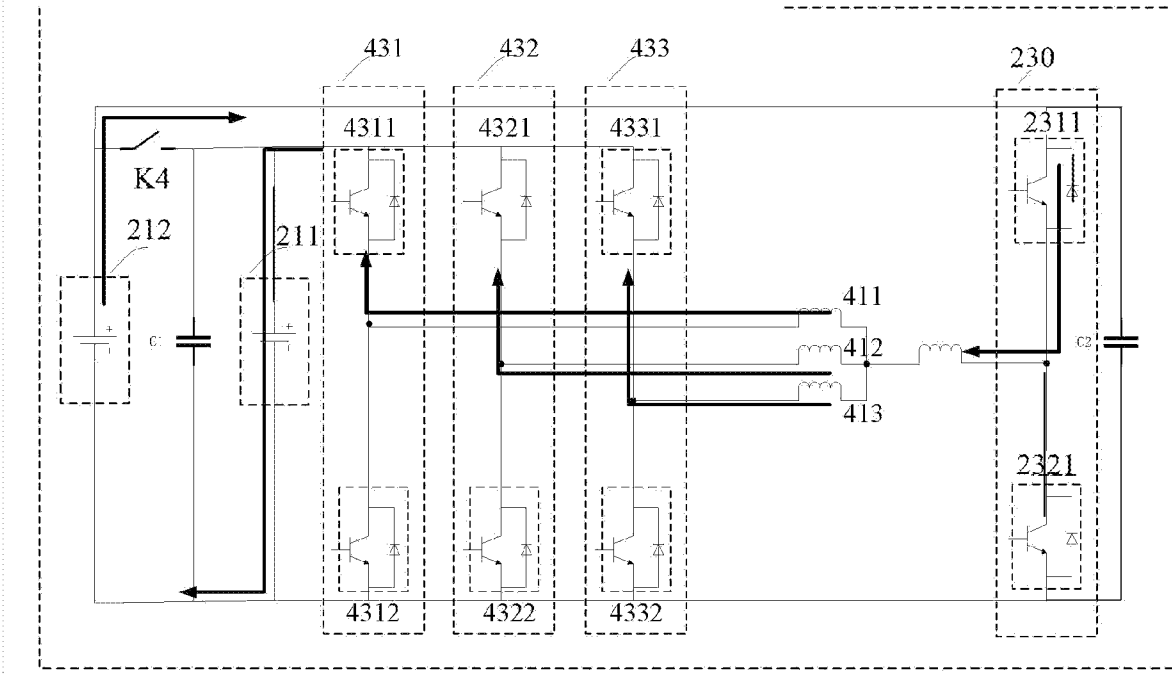


图 29

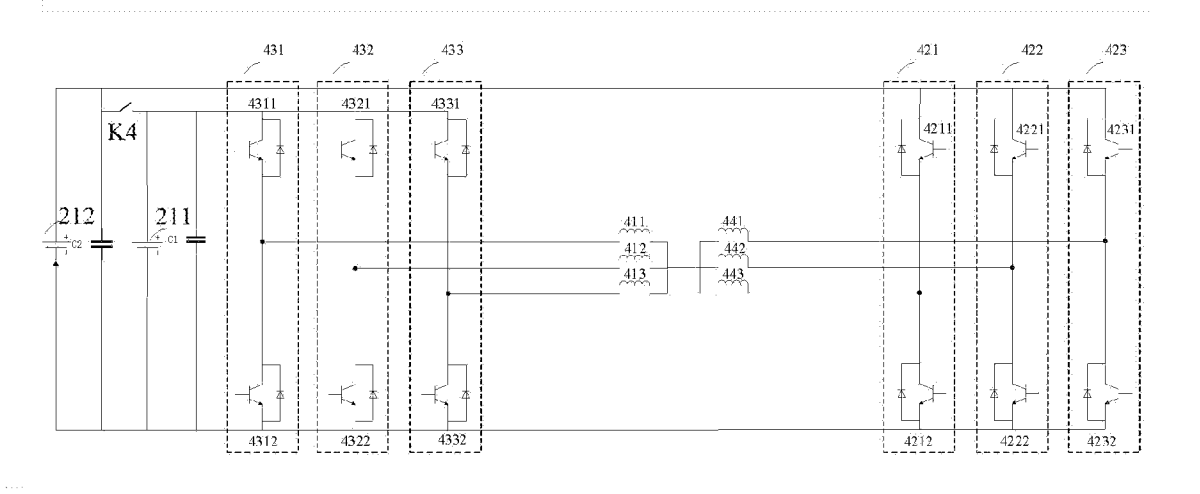


图 30

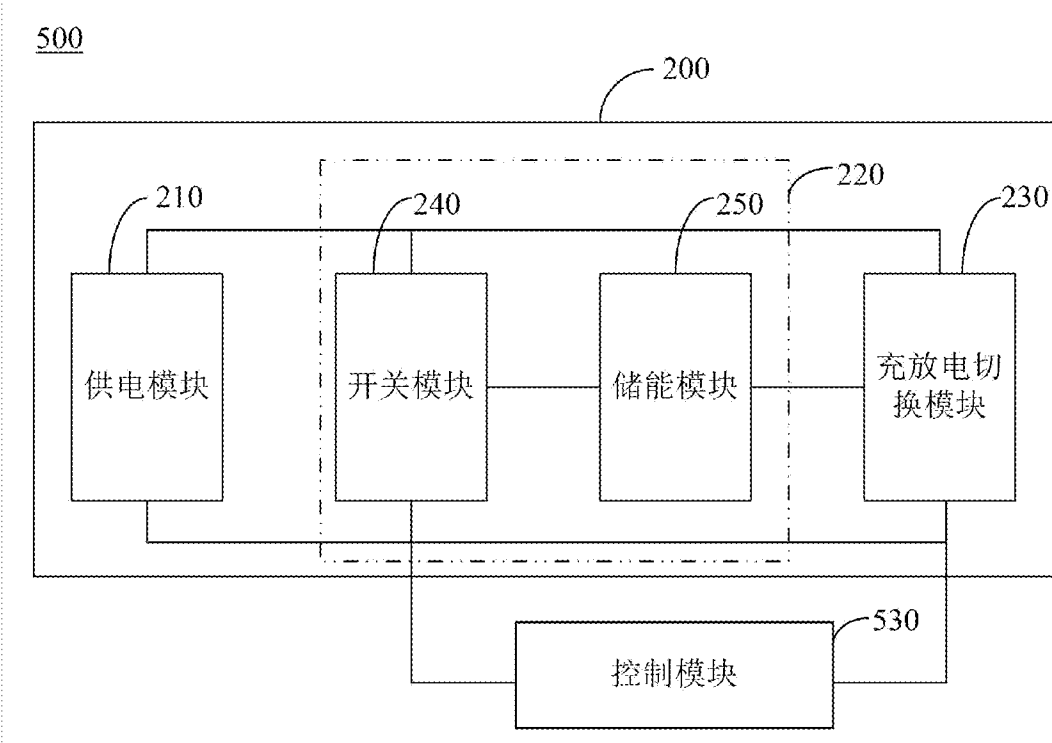


图 31

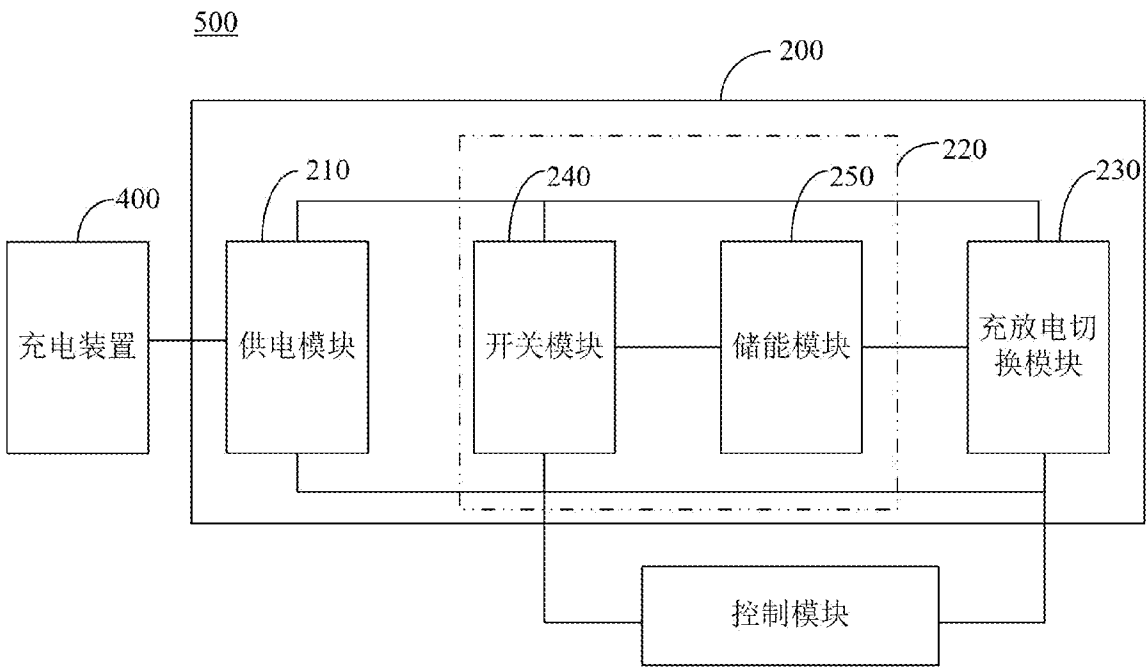


图 32

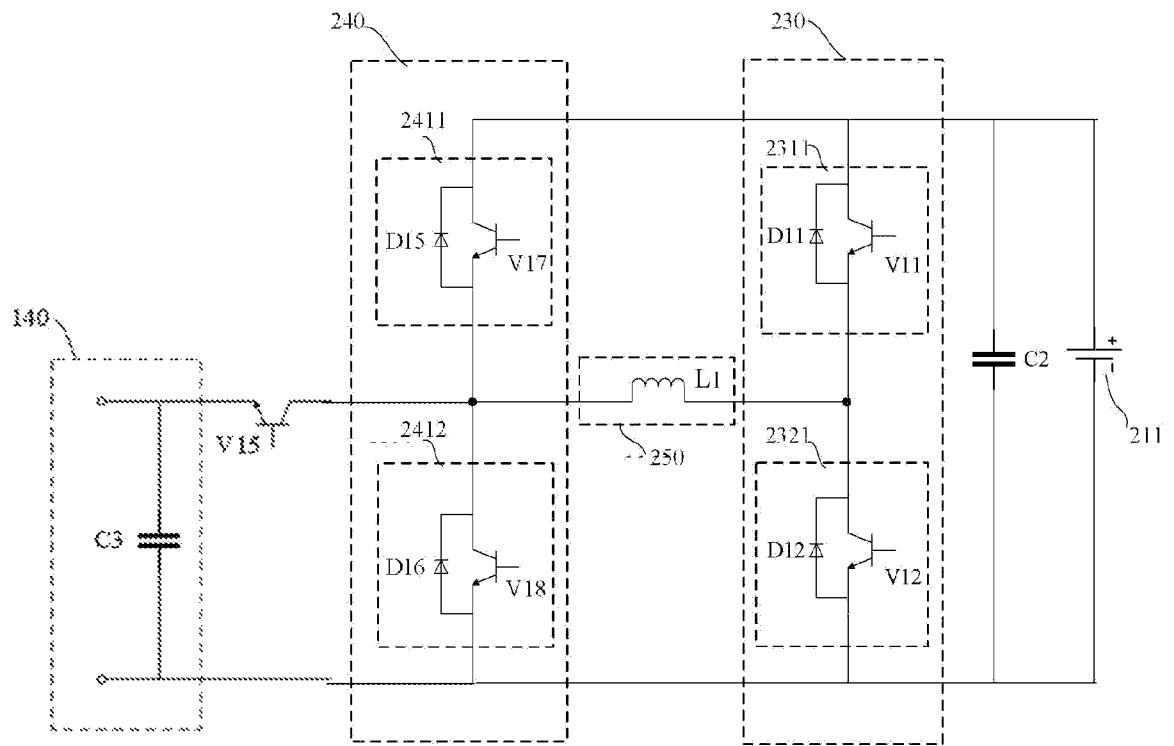


图 33

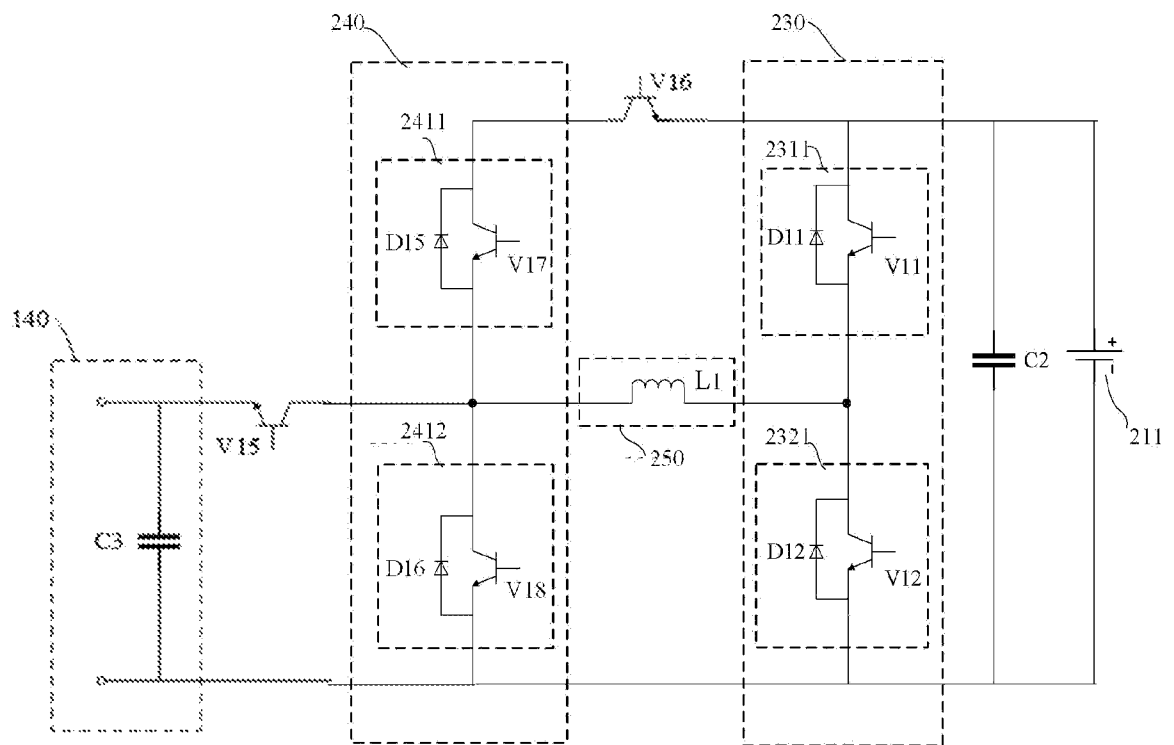


图 34

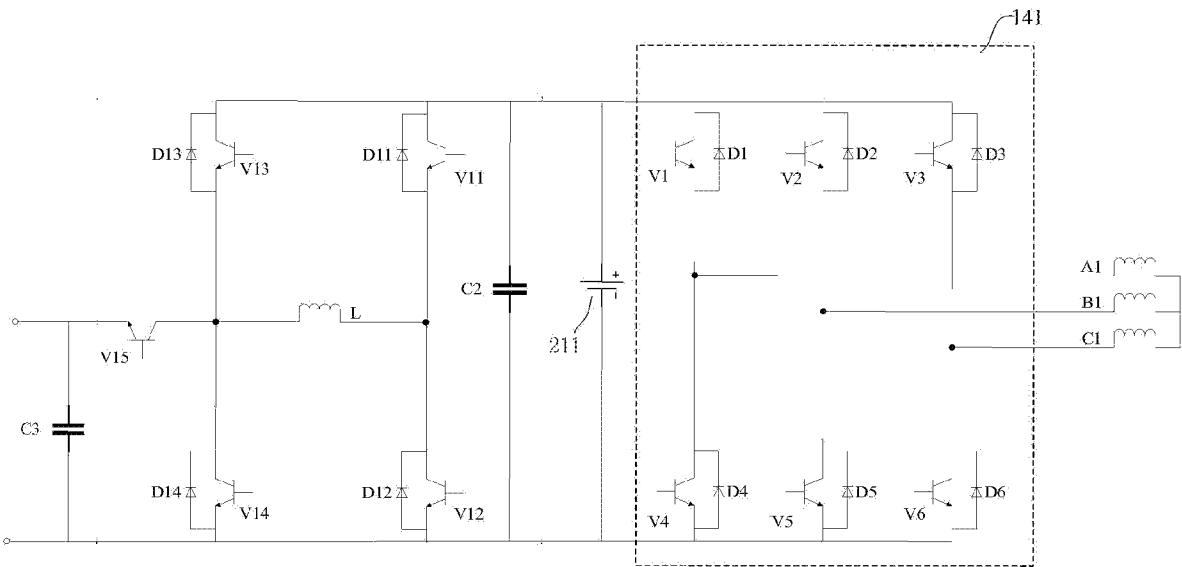


图 35

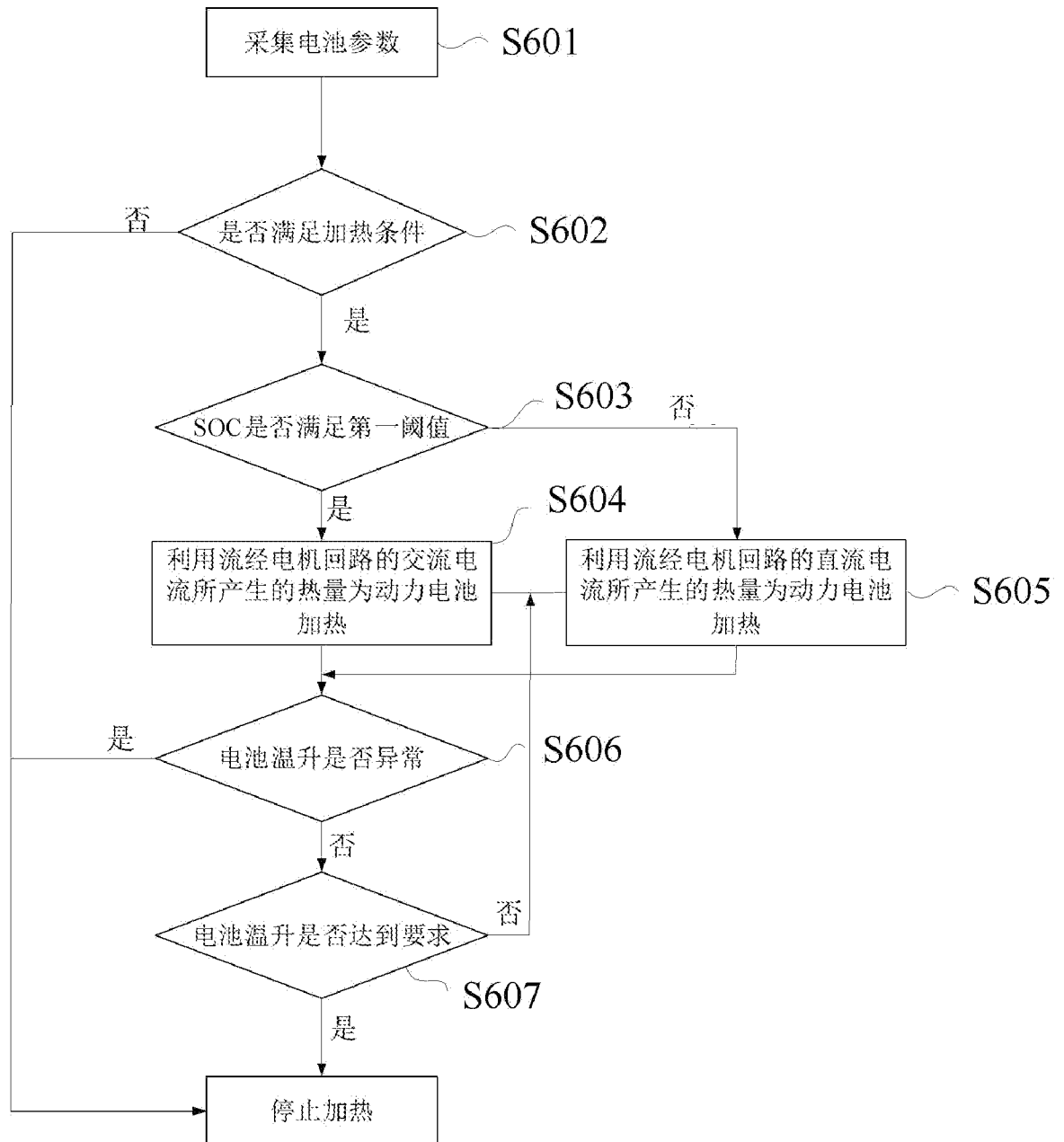


图 36

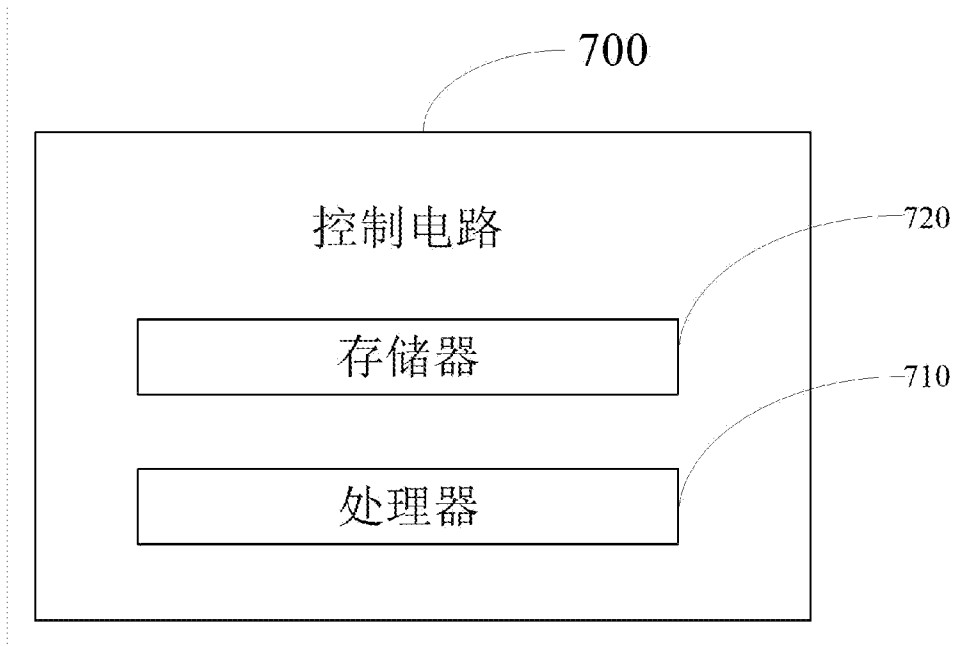


图 37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/088567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/615(2014.01)i; H01M 10/625(2014.01)i; B60L 58/27(2019.01)i; B60L 58/10(2019.01)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)

H01M 10/-, B60L 58/-

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)

CNTXT, CNABS, DWPI, WPABSC, ENTXTC, ENTXT, CNKI: 电池, 加热, 升温, 充电, 放电, 切换, 开关, 桥, 电感, 电容, 储能, battery, heat, temperature, raise, charge, discharge, switch, bridge, inductor, capacitor, energy storage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 212587580 U (BYD CO., LTD.) 23 February 2021 (2021-02-23) description, paragraphs [0004]-[0078], and figures 1-10	1-62
X	CN 111660875 A (BYD CO., LTD.) 15 September 2020 (2020-09-15) description, paragraphs [0003]-[0119], and figures 1-18	1-62
X	CN 113119802 A (BYD CO., LTD.) 16 July 2021 (2021-07-16) description, paragraphs [0003]-[0119], and figures 1-12	1-62
X	US 2011144861 A1 (CONTROL SOLUTIONS L.L.C.) 16 June 2011 (2011-06-16) description, paragraphs [0023]-[0049], and figures 1-10	1-62
A	CN 111391718 A (BYD CO., LTD.) 10 July 2020 (2020-07-10) entire document	1-62
A	DE 102013226372 A1 (VOLKSWAGEN AG.) 18 June 2015 (2015-06-18) entire document	1-62



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2022

Date of mailing of the international search report

01 July 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/088567

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	212587580	U	23 February 2021	None			
CN	111660875	A	15 September 2020	CN	111660875	B	20 April 2021
CN	113119802	A	16 July 2021	None			
US	2011144861	A1	16 June 2011	US	8452490	B2	28 May 2013
CN	111391718	A	10 July 2020	WO	2021244642	A1	09 December 2021
				CN	111391718	B	23 October 2020
DE	102013226372	A1	18 June 2015	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/088567

A. 主题的分类

H01M 10/615(2014.01)i; H01M 10/625(2014.01)i; B60L 58/27(2019.01)i; B60L 58/10(2019.01)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)

H01M 10/-, B60L 58/-

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))

CNTXT, CNABS, DWPI, WPABSC, ENTXT, CNKI: 电池, 加热, 升温, 充电, 放电, 切换, 开关, 桥, 电感, 电容, 储能, battery, heat, temperature, raise, charge, discharge, switch, bridge, inductor, capacitor, energy storage

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
X	CN 212587580 U (比亚迪股份有限公司) 2021年2月23日 (2021 - 02 - 23) 说明书第[0004]-[0078]段, 图1-10	1-62
X	CN 111660875 A (比亚迪股份有限公司) 2020年9月15日 (2020 - 09 - 15) 说明书第[0003]-[0119]段, 图1-18	1-62
X	CN 113119802 A (比亚迪股份有限公司) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 说明书第[0003]-[0119]段, 图1-12	1-62
X	US 2011144861 A1 (CONTROL SOLUTIONS LLC) 2011年6月16日 (2011 - 06 - 16) 说明书第[0023]-[0049]段, 图1-10	1-62
A	CN 111391718 A (比亚迪股份有限公司) 2020年7月10日 (2020 - 07 - 10) 全文	1-62
A	DE 102013226372 A1 (VOLKSWAGEN AG) 2015年6月18日 (2015 - 06 - 18) 全文	1-62

☐ 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

2022年6月17日

国际检索报告邮寄日期

2022年7月1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

柴德娥

电话号码 86-(10)-62411650

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/088567

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	212587580	U	2021年2月23日	无	
CN	111660875	A	2020年9月15日	CN 111660875	B 2021年4月20日
CN	113119802	A	2021年7月16日	无	
US	2011144861	A1	2011年6月16日	US 8452490	B2 2013年5月28日
CN	111391718	A	2020年7月10日	WO 2021244642	A1 2021年12月9日
				CN 111391718	B 2020年10月23日
DE	102013226372	A1	2015年6月18日	无	