

(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
2024 年 12 月 19 日 (19.12.2024)



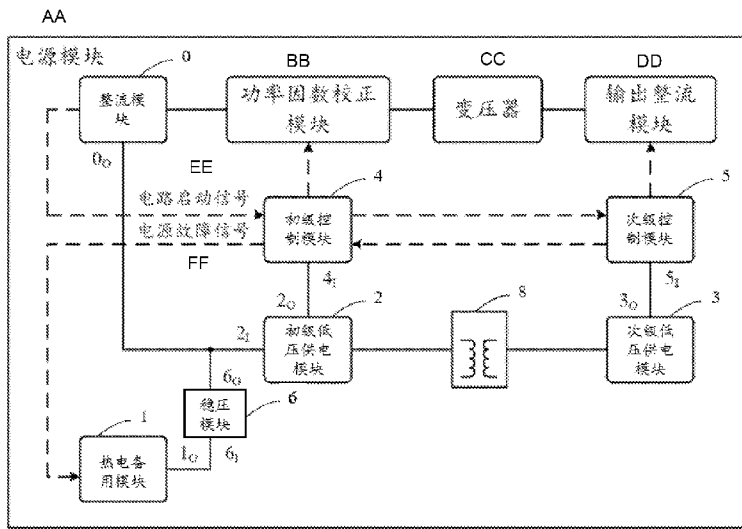
(10) 国际公布号
WO 2024/255318 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 9/06 (2006.01) **H02N 11/00** (2006.01)
H02J 7/32 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/079296
- (22) 国际申请日: 2024 年 2 月 29 日 (29.02.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310695735.X 2023年6月13日 (13.06.2023) CN
- (71) 申请人: 苏州元脑智能科技有限公司 (SUZHOU METABRAIN INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。

- (72) 发明人: 潘信佑 (PAN, Hsin Yu); 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。
- (74) 代理人: 北京市万慧达律师事务所 (BEIJING WANHUIDA LAW FIRM); 中国北京市海淀区中关村南大街1号友谊宾馆颐园写字楼2楼, Beijing 100873 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: POWER SUPPLY CIRCUIT AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种供电电路及电子设备



- 0 Rectification module
1 Thermoelectric standby module
2 Primary low-voltage power supply module
3 Secondary low-voltage power supply module
4 Primary control module
5 Secondary control module
6 Voltage stabilizing module
AA Power supply module
BB Power factor correction module
CC Transformer
DD Output rectification module
EE Circuit starting signal
FF Power supply fault signal

图2

(57) Abstract: A power supply circuit and an electronic device. The power supply circuit comprises at least two power supply modules. A rectification output end (0_O) and a thermoelectric standby output end (1_O) are electrically connected and then are electrically connected to a primary low-voltage input end (2_I); a primary low-voltage output end (2_O) is electrically connected to a primary control input end (4_I) of a primary control module (4); a primary low-voltage power supply module (2) is coupled with a secondary low-voltage power supply module (3) by means of a low-voltage transformer; in response to the primary control module (4) receiving a power supply fault signal sent by a rectification module (0), a circuit starting signal is sent to a thermoelectric standby module (1), so that the thermoelectric standby module (1) generates electric energy and then inputs the electric

[见续页]

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则
4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

energy to the primary low-voltage power supply module (2) so that the primary control module (4) maintains working; and the primary control module (4) and a secondary control module (5) bidirectionally transmit signals.

(57) 摘要: 一种供电电路及电子设备, 供电电路包括至少两个电源模块, 其中, 整流输出端(0_O)与热电备用输出端(1_O)电性连接后与初级低压输入端(2_I)电性连接, 初级低压输出端(2_O)与初级控制模块(4)的初级控制输入端(4_I)电性连接, 初级低压供电模块(2)与次级低压供电模块(3)通过低压变压器耦合; 响应于初级控制模块(4)接收到整流模块(0)发出的电源故障信号, 则向热电备用模块(1)发出电路启动信号, 使热电备用模块(1)产生电能后输入至初级低压供电模块(2), 以供初级控制模块(4)维持工作; 初级控制模块(4)与次级控制模块(5)双向传输信号。

一种供电电路及电子设备

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2023 年 06 月 13 日提交中国专利局，申请号为 202310695735.X，申请名称为“一种供电电路及电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及一种供电电路及电子设备。

背景技术

为了提高服务器供电的稳定性，现在常采用数字电源作为服务器的电源设备。图 1 示出了单个数字电源的电路模块。数字电源在工作时，变压器初级控制模块通过光耦与次级控制模块进行通信（初、次级控制模块通常是微控制单元，MCU（Microcontroller Unit）；或数字信号处理器，DSP（Digital Signal Processing））。同时，次级控制模块与服务器系统进行通信，向服务器系统传输初级、次级实时参数。借助次级控制模块，初级控制模块能够与系统进行通信：传输电源初级实时参数，并接收系统数据。

图 1 还示出了电源初级控制模块由初级低压电源供电，初级低压电源由初级整流输出供电，次级控制模块由次级低压电源供电；同时初级控制模块监测输入电压信号是否正常。一旦电源输入端发生故障，故障电源的初、次级控制模块之间，次级控制模块与上位机之间的通信被切断，丧失与上位机的通信功能。发明人意识到，若在数字电源进行固件更新的过程中，电源初级侧发生掉电故障，因其初级控制模块与次级控制模块通信中断，固件代码无法完整写入该电源初级控制模块，从而导致该电源完全丧失功能，无法正常工作。

发明内容

根据本申请公开的各种实施例，第一方面，提供一种供电电路，电路包括至少两个电源模块，电源模块包括：依次连接的整流模块，功率因数校正模块，变压器，输出整流模块，还包括热电备用模块，初级低压供电模块，次级低压供电模块，初级控制模块，次级控制模块，初级控制模块用于控制功率因数校正模块进行功率校正，次级控制模块用于调制输出整流模块；

整流模块的整流输出端与热电备用模块的热电备用输出端电性连接后与初级低压供电模块的初级低压输入端电性连接，初级低压供电模块的初级低压输出端与初级控制模块的初级控制输入端电性连接，初级低压供电模块与次级低压供电模块通过低压变压器耦合；

响应于初级控制模块接收到整流模块发出的电源故障信号，则向热电备用模块发出电路启动信号，使热电备用模块产生电能后输入至低压供电模块，以供初级控制模块维持工作；以及

初级控制模块与次级控制模块双向传输信号。

根据本申请公开的各种实施例，第二方面，提供一种电子设备，电子设备包括上述第一方面记载的供电电路。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中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，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是一种数字电源电路模块示意图；

图 2 是本申请实施例提供的一种电源模块示意图；

图 3 是本申请实施例提供的一种次级低压供电模块连接示意图；
图 4 是本申请实施例提供的一种热电模块示意图；
图 5 是本申请实施例提供的一种热电子模块示意图；
图 6 是本中请实施例提供的一种热电转换模块示意图；
图 7 是塞贝克效应的原理示意图；
图 8 是本中请实施例提供的热电芯片示意图；
图 9 是本申请实施例提供的电源模块的风扇气流示意图；
图 10 是本申请实施例提供的一种第一电压转换电路示意图；
图 11 是本申请实施例提供的另一种第一电压转换电路示意图；
图 12 是本中请实施例提供的热电芯片贴附方式示意图；
图 13 是本中请实施例提供的一种第二电压转换电路示意图；
图 14 是本中请实施例提供的另一种第二电压转换电路示意图；
图 15 是本申请实施例提供的一种包括稳压模块的电源模块示意图；
图 16 是低压差线性稳压电路示意图；
图 17 是 TL431 可控精密稳压源示意图；
图 18 是本申请实施例提供的一种包括整流电路的电源模块示意图；
图 19 是本申请实施例提供的整流电路示意图；
图 20 是本申请实施例提供的供电方法信号时序示意图；
图 21 是本申请实施例提供的一种电子设备示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施方式中的附图，对本申请实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

除非另外定义，本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本申请所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“一个”、“一”或者“该”等类似词语也不表示数量限制，而是表示存在至少一个。说明书附图中的编号，仅表示对各个功能部件或模块的区分，不表示部件或模块之间的逻辑关系。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

下面，将参照附图详细描述根据本申请的各个实施例。需要注意的是，在附图中，将相同的附图标记赋予基本上具有相同或类似结构和功能的组成部分，并且将省略关于它们的重复描述。

针对现有技术中，数字电源初级因故障掉电后，其初级控制模块供电中断，丧失与次级控制模块通信能力的问题，本申请提供如下实施方式：

在一些实施例中，如图 2 所示，一种供电电路至少两个电源模块，电源模块包括：依次连接的整流模块 0，功率因数校正模块，变压器，输出整流模块，还包括热电备用模块 1，初级低压供电模块 2，次级低压供电模块 3，初级控制模块 4，次级控制模块 5，初级控制模块用于控制功率因数校正模块进行功率校正，次级控制模块用于调制输出整流模块；

整流模块 0 的整流输出端 0_o 与热电备用模块 1 的热电备用输出端 1_o 电性连接后与初级低压供电模块 2

的初级低压输入端 2_i 电性连接, 初级低压供电模块 2 的初级低压输出端 2_o 与初级控制模块 4 的初级控制输入端 4_i 电性连接, 初级低压供电模块 2 与次级低压供电模块 3 通过低压变压器 8 耦合; 通过低压变压器 8 耦合初级低压供电模块 2 与次级低压供电模块 3, 为次级低压供电模块提供相应的输入电压。

响应于初级控制模块 4 接收到整流模块 0 发出的电源故障信号, 则向热电备用模块 1 发出电路启动信号, 使热电备用模块 1 产生电能后输入至低压供电模块 2, 以供初级控制模块 4 维持工作; 其中, 电路启动信号包括: 电路启动信号包括第一启动信号、第二启动信号。

初级控制模块 4 与次级控制模块 5 双向传输信号。

初级低压供电模块, 用来给功率主回路的控制电路、驱动电路或电源系统的监控电路供电, 满足不同电压的需求。通常, 提供的电压规格为 12V, 5V, 3.3V 等。当初级侧输入端掉电时, 热电备用模块 1 向初级低压供电模块 2 供电, 进而保障初级控制模块 4 的正常工作, 维持其与次级控制模块 5 的通信。

其中, 整流模块、输出整流模块可以基于整流电路实现, 功率因数校正模块可以基于功率因素校正电路实现。

如图 3 所示 (图 3 中未示出功率因数校正模块、变压器、输出整流模块), 次级低压供电模块 3 的次级低压输出端 3_o 与次级控制模块 5 的次级控制输入端 5_i 电性连接, 为次级控制模块 5 提供输入电压。

电源模块还包括: 第一输出二极管 D_{O1} 和第二输出二极管 D_{O2} ;

第一输出二极管 D_{O1} 的阳极与第二输出二极管 D_{O2} 的阴极电性连接后, 与次级低压输出端 3_o 电性连接;

第一输出二极管 D_{O1} 的阴极与第二输出二极管 D_{O2} 的阳极电性连接后, 与次级总输出端 S_o 电性连接。

上述电源模块之间是用于服务器电源的冗余设计。在冗余设计的架构下, 某一电源初级侧输入端发生掉电, 其次级控制模块 5 可以通过其他电源模块进行供电, 以保障次级控制模块 5 的正常运转。但是, 基于电源安全规定, 次级低压供电模块 3 无法通过低压变压器 8 向初级低压供电模块 2 供电。

响应于初级控制模块接收到整流模块发出的电源故障信号, 断开初级低压供电模块通过低压变压器向次级低压供电模块的供电通路。

由于电源的冗余设计, 次级低压供电模块, 可以从其他路电源模块处获得电能, 以供应次级控制模块工作; 并且由于热电备用模块产生电能较小, 关闭向次级低压供电模块的供电通路, 能够保障热电备用模块产生的电能都供初级控制模块使用。

如图 4 所示, 热电备用模块 1 包括: 第一热电子模块 11, 第二热电子模块 12。第一热电子模块 11 包括: 第一热电子模块输出端 11_o , 第二热电子模块 12 包括: 第二热电子模块输出端 12_o , 第一热电子模块输出端 11_o 与第二热电子模块输出端 12_o 电性连接后作为热电备用输出端 1_o 。

如图 5 中 (a) 部分所示, 第一热电子模块 11 包括: 第一热电转换模块 111, 第一电压转换电路 112。第一热电转换模块 111 包括: 第一热电转换模块输出端 111_o ; 第一电压转换电路 112 包括: 第一电压转换电路输入端 112_i , 第一电压转换电路输出端 112_o ; 第一热电转换模块输出端 111_o 与第一电压转换电路输入端 112_i 电性连接, 第一电压转换电路输出端 112_o 作为第一热电子模块输出端 11_o 。

具体地, 如图 6 中 (a) 部分所示, 第一热电转换模块 111 为第一热电芯片 TG_1 。第一热电芯片 TG_1 包括: 第一热电芯片正输出端 TG_{1P} , 第一热电芯片负输出端 TG_{1N} ; 第一热电芯片正输出端 TG_{1P} 作为第一热电转换模块输出端 111_o , 第一热电芯片负输出端 TG_{1N} 接地。

热电芯片是基于塞贝克 (Seebeck Effect), 利用两种不同金属或半导体在具有温差环境下, 产生电动势的元器件。图 7 简单地示意了塞贝克效应的原理。

温差电动势可表示为:

$$V = \int_{T_1}^{T_2} (S_B(T) - S_A(T)) dT$$

其中, S_A , S_B 分别为两种材料的塞贝克系数。

应用于本申请实施例的热电芯片可以是, KRYOTHERM 生产的 TGM-127-1.0-0.8、TGM-127-1.0-1.3、TGM-127-1.0-2.5、TGM-127-1.4-1.5、TGM-127-1.4-2.5、TGM-199-1.4-0.8、TGM-199-1.4-1.5、TGM-199-1.4-3.2、TGM-254-1.0-1.3、TGM-287-1.0-1.3、TGM-287-1.0-1.5 中的任意一种。本申请对热电芯片的品牌和具体型号不加以限定。为便于进行说明, 仅借助 KRYOTHERM 的热电芯片产品阐述第一热电芯片 TG_1 、第二热电芯片 TG_2 的结构。

如图 8 中 (a) 部分所示, 第一热电芯片 TG_1 还包括: 第一热电芯片热端 TG_{1H} 。第一热电芯片热端 TG_{1H} 贴附于第一预设位置, 其中, 第一预设位置设置于: 电源工作时, 位于电源壳体内、距温度最高点最近的散热片表面, 如图 9 中 B 所示位置。将第一热电芯片热端 TG_{1H} 贴附于第一预设位置, 可使第一芯片产生温差电动势。

由鼓风装置 (通常是风扇) 带动的气流从入风口, 经过电源内部, 由风扇排出。电源内部封装了很多功率器件, 工作时产生大量的热量, 由风扇吹出。示意性的, B 位置为电源内部温度最高点, 其附近通常设置有散热片, 电源工作时, 散热片附近热源温度可高达 100-110℃, 而气流带走热量, 使散热片与电源内部环境之间产生温度差, 第一热电芯片 TG_1 便利用该温度差产生电动势。

下面, 简要介绍散热片的热学特性。电源模块在散热片的使用上经常以铝或铜为主, 因此, 可利用铜与铝的导热率, 热容, 比热容等特性做设计。铝的比热容为 0.9J/g℃, 而铜为 0.39J/g℃, 比热容越大则代表温度上升越慢, 以 1 克的铝与铜做计算, 等同于铝每上升 1℃必需要有 0.9J 的热能提供, 铜每上升 1℃必需要有 0.39J 的热能提供; 另外, 铜的导热系数为 401W/mK, 而铝的导热系数为 237W/mK, 铜为铝的 1.69 倍, 即同样的条件下, 铜比铝更容易导热, 但是铜的密度是 8.9kg/m³, 而铝的只有是 2.7kg/m³, 接近铝的 3.3 倍, 同样体积的散热片, 纯铜材质比纯铝材质的热容量高, 即使容易导热, 但更不易散热, 因此, 热容量大, 散热就变慢, 而高比热容则需更高的热能才能提升温度。

电源初级控制模块 4 通常包括: MCU (微控制单元, Microcontroller Unit), 和/或 DSP (数字信号处理器, Digital Signal Processor)。以数字电源中常采用的 MCU 芯片和 DSP 为例, MICROCHIP-dsPIC33FJ64GS606, TI-UCD3138 的工作电流为毫安级, 无需大功率的电源电路对电源初级控制模块 4 供电。采用热电芯片产生的电压与电流已足以供其使用。但是通过热电芯片产生的温差电动势无法精确匹配 MCU/DSP 的输入电压, 因此, 在第一热电转换模块 111 的后级需要增加电路, 获得满足 MCU/DSP 输入要求的电压。

具体地, 如图 10 所示, 第一电压转换电路 112 包括: 第一晶体管 T_1 , 第一电阻 R_1 , 第一互感线圈 L_1 , 第二互感线圈 L_2 。第一晶体管第一极 T_{11} 串联第一电阻 R_1 后与第一互感线圈 L_1 的一端电性连接, 第一晶体管第二极 T_{12} 与第二互感线圈 L_2 的一端电性连接, 第二互感线圈 L_2 的另一端与第一互感线圈 L_1 的另一端电性连接后作为第一电压转换电路输入端 112_I, 第一晶体管第二极 T_{12} 作为第一电压转换电路输出端 112_O, 第一晶体管第三极 T_{13} 接地。第一互感线圈 L_1 的一端与第二互感线圈 L_2 的另一端为同名端。

通常, 需要对热电芯片产生的温差电动势进行升压, 以满足 MCU/DSP 的输入电压要求。图 10 示出的是焦耳小偷 (Joule Thief) 电路, 焦耳小偷电路是一种自振荡升压电路, 本申请实施例以焦耳小偷电路为例, 描述第一电压转换电路 112 的具体形式。第一电压转换电路 112 将第一热电转换模块 111 由温度转化的电压, 转换为较高的电压脉冲形式。焦耳小偷电路的原理不在此赘述。其他拓扑结构的电压转换器亦可作为第一电压转换电路 112 的具体形式。

在另一些实施例中, 如图 11 所示, 第一电压转换电路 112 还包括: 第二晶体管 T_2 , 第二电阻 R_2 。第二晶体管第一极 T_{21} 与第二电阻 R_2 的一端电性连接, 第二电阻 R_2 的另一端用于接收第一启动信号, 第二晶体管第二极 T_{22} 与第一晶体管第一极 T_{11} 电性连接, 第二晶体管第三极 T_{23} 接地, 其中, 第一启动信号用于开启第一电压转换电路 112。当第一晶体管 T_1 为 NPN 三极管时, 第一晶体管第一极 T_{11} 为基极, 第一晶体管第二极 T_{12} 为集电极, 第一晶体管第三极 T_{13} 为发射极。第二晶体管 T_2 可以是 NPN 三极管, 亦可以是

NMOS管。以NMOS管为例，第二晶体管第一极 T_{21} 为栅极，第二晶体管第二极 T_{22} 为漏极，第二晶体管第三极 T_{23} 为源极。

第一关闭信号为高电平，使第一电压转换电路112不工作；第一启动信号为低电平，使第一电压转换电路112开始工作。当第一电压转换电路112接收到电源初级控制模块4发出的第一启动信号，第二晶体管 T_2 被关断，使经过第一互感线圈 L_1 ，第一电阻 R_1 的电流流入第一晶体管第一极 T_{11} ，开启第一电压转换电路112，由第一电压转换电路输出端 112_o 向后级输出电压。

如图5中(b)部分所示，第二热电子模块12包括：第二热电转换模块121，第二电压转换电路122。第二热电转换模块121，包括：第二热电转换模块输出端 121_o ；第二电压转换电路122包括：第二电压转换电路输入端 122_i ，第二电压转换电路输出端 122_o ；第二热电转换模块输出端 121_o 与第二电压转换电路输入端 122_i 电性连接，第二电压转换电路输出端 122_o 作为第二热电子模块输出端 12_o 。

具体地，如图6中(b)部分所示，第二热电转换模块121为第二热电芯片 TG_2 。第二热电芯片 TG_2 包括：第二热电芯片正输出端 TG_{2P} ，第二热电芯片负输出端 TG_{2N} ；第二热电芯片正输出端 TG_{2P} 作为第二热电转换模块输出端 121_o ，第二热电芯片负输出端 TG_{2N} 接地。

如图8中(b)部分所示，第二热电芯片 TG_2 还包括：第二热电芯片冷端 TG_{2C} 。第二热电芯片冷端 TG_{2C} 贴附于第二预设位置，其中，第二预设位置设置于：电源壳体内距电源入风口或电源出风口最近的散热片表面，如图9中A或C所示位置。

图9示意性地展示了电源内部风流的方向，在服务器正常工作时，该风流会携带服务器机箱内排出的热量。因此，吹入电源入风口处的气流温度通常达到 $45-55^{\circ}\text{C}$ 。在电源正常工作的情况下，风口处散热片的最高温度低于电源入风口或电源出风口的气流温度，将第二热电芯片冷端 TG_{2C} 贴附于第二预设位置，可使第二芯片产生温差电动势。

图12示意性的展示了B点以及A点处，第一热电芯片热端和第二热电芯片冷端的贴附位置。

具体地，如图13所示，第二电压转换电路122包括：第三晶体管 T_3 ，第三电阻 R_3 ，第三互感线圈 L_3 ，第四互感线圈 L_4 。第三晶体管第一极 T_{31} 串联第三电阻 R_3 后与第三互感线圈 L_3 的一端电性连接，第三晶体管第二极 T_{32} 与第四互感线圈 L_4 的一端电性连接，第四互感线圈 L_4 的另一端与第三互感线圈 L_3 的另一端电性连接后作为第二电压转换电路输入端 122_i ，第三晶体管第二极 T_{32} 作为第二电压转换电路输出端 122_o ，第三晶体管第三极 T_{33} 接地。

第三互感线圈 L_3 的一端与第四互感线圈 L_4 的另一端为同名端。

在另一些实施例中，如图14所示，第二电压转换电路122还包括：第四晶体管 T_4 ，第四电阻 R_4 。第四晶体管第一极 T_{41} 与第四电阻 R_4 的一端电性连接，第四电阻 R_4 的另一端用于接收第二启动信号，第四晶体管第二极 T_{42} 与第三晶体管第一极 T_{31} 电性连接，第四晶体管第三极 T_{43} 接地，其中，第二启动信号用于开启第二电压转换电路122。当第三晶体管 T_3 为NPN三极管时，第三晶体管第一极 T_{31} 为基极，第三晶体管第二极 T_{32} 为集电极，第三晶体管第三极 T_{33} 为发射极。第四晶体管 T_4 可以是NPN三极管，亦可以是NMOS管。以NMOS管为例，第四晶体管第一极 T_{41} 为栅极，第四晶体管第二极 T_{42} 为漏极，第四晶体管第三极 T_{43} 为源极。

第二关闭信号为高电平，使第二电压转换电路122不工作；第二启动信号为低电平，使第二电压转换电路122开始工作。当第二电压转换电路122接收到电源初级控制模块4发出的第二启动信号，第四晶体管 T_4 被关断，使经过第三互感线圈 L_3 ，第三电阻 R_3 的电流流入第三晶体管第一极 T_{31} ，开启第二电压转换电路122，由第二电压转换电路输出端 122_o 向后级输出电压。

优选地，第一晶体管 T_1 ，第三晶体管 T_3 为NPN三极管。

由于焦耳小偷电路的自激振荡特性，其输出的电压存在较大纹波，在电压转换电路的后级增加稳压电路，可以为给电源初级控制模块4提供稳定的电压输入。

优选地，电源模块还包括稳压模块6；如图15所示，稳压模块6的稳压输入端 6_i 与热电备用输出端 1_o

电性连接，稳压模块 6 的稳压输出端 6_O与初级低压输入端 2_I电性连接。

优选地，稳压模块 6 为低压差线性稳压器（Low Dropout, LDO）。图 16 示出了低压差线性稳压器的典型电路。可替代地，通过 TL431 与功率晶体管配合使用，亦可组成稳压电路，如图 17 所示。LDO 与 TL431 电路的工作原理，不在此赘述。

优选地，电源模块还包括：整流电路 7，如图 18 所示，整流电路输入端 7_I与热电备用输出端 1_O电性连接，整流电路输出端 7_O与稳压输出端口 6_I电性连接。

具体地，如图 19 所示，整流电路 7 包括：二极管 D，电容 C；

二极管阴极 D_C与电容的一端电性连接，电容的另一端接地；

二极管阳极 D_A作为整流电路输入端 7_I，二极管阴极 D_C作为整流电路输出端 7_O。

在另一些实施例中，一种供电方法，应用于上述第一方面记载的供电电路，使初级低压供电模块为初级控制模块供电，维持初级控制模块与次级控制模块进行通信，方法包括：

S100：响应于获取电源故障信号，向热电备用模块发出电路启动信号，使热电备用模块工作，为初级低压供电模块提供输入电压。

具体地，S110：获取电源输入指示信号，以及电源初级控制模块输入监测信号，并根据电源输入指示信号，以及电源初级控制模块输入监测信号判断电源输入是否异常；

电源输入指示信号，可以是电源故障信号，也可以是电源正常工作信号；电源初级控制模块输入监测信号，是初级控制模块自身输入的监测信号。电源输入指示信号异常，同时电源初级控制模块输入信号异常，表示电源输入异常。

S120：响应于电源输入异常，向级第一热电子模块发送第一启动信号，并获取第一热电子模块监测信号；

S130：获取电源输入指示信号，以及第一热电子模块监测信号，并根据电源输入指示信号，以及第一热电子模块监测信号判断第一热电子模块是否异常；电源输入指示信号异常，同时第一热电子模块检测信号异常，表示第一热电子模块异常。

S140：响应于第一热电子模块异常，则向第二热电子模块发出第二启动信号。

通常冗余电源模块本身具备两种告警信号，一为 Input_OK，即为输入正常与否的告警信号，另一为 Output_OK，即为输出正常与否的告警信号。通过上述两种告警信号电源控制模块可以获取自身输入、输出的状态。在正常工作情况下，电源输入指示信号正常，电源初级控制模块 4 持续向第一热电子模块 11 发送第一关闭信号，第一关闭信号为高电平。通过第一关闭信号开启第二晶体管 T₂，从而拉低第一晶体管第一极 T₁₁ 的电压，第一电压转换电路 112 不工作，初级低压电源 3 由电源输入供电，向初级控制模块 4 供电，如图 20 中 t₁ 时段所示。

当监测到电源输入指示信号异常，说明电源输入出现故障。电源初级控制模块 4 无法由电源输入维持正常工作，电源初级控制模块输入电压出现异常，如图 20 中 t₂ 时段。此时，向第一热电子模块 11 发送第一启动信号，第一启动信号为低电平。通过第一启动信号关断第二晶体管 T₂，使经过第一互感线圈 L₁，第一电阻 R₁ 的电流流入第一晶体管第一极 T₁₁，开启第一电压转换电路 112，初级控制模块 4 随即由第一热电子模块 11 供电，如图 20 中 t₃ 时段。其中，第一热电子模块 11 供电过程中，因初级低压电源大电容放电的原因，呈现出第一热电子模块 11 与初级低压电源交替供电的情况，但二者互不影响。

电源输入出现故障后，初级失效，初级的功率器件不再参与工作，停止发热。冗余设计下，风扇持续转动进行散热，电源内部温度逐渐降低，使散热片与风扇带动的热流之间的温度差逐渐降低。当电源内部温度差不足以支持第一热电子模块 11 向电源初级控制模块 4 供电时，第一热电子模块 11 的工作出现异常。当监测到电源输入指示信号异常，并且第一热电子模块 11 工作异常时，电源初级控制模块 4 向第一热电子模块 11 发送第一关闭信号，并向第二热电子模块 12 发送第二启动信号，第二启动信号为低电平。通过第一关闭信号切断第一热电子模块 11 的工作；通过第二启动信号关断第四晶体管 T₄，使经过第三互感线

圈 L_3 ，第三电阻 R_3 的电流流入第三晶体管第一电极 T_{31} ，开启第二电压转换电路 122，初级控制模块 4 随机由第二热电子模块 12 供电如图 20 中 t_4 时段。

S150：响应于电源输入指示信号异常，以及第二热电子模块工作异常，中断电源当前任务，并发出电源失效告警。

响应于电源输入指示信号异常，以及第二热电子模块 12 工作异常，则需要对电源及时采取保全措施，避免电源完全失效。

对于电源初级控制模块输入电压的监测可以通过输入电压与基准电压进行比较得到。对于第一热电子模块工作状态的监测可以通过检测电源初级控制模块输入电压实现，当第一热电子模块工作时，电源初级控制模块输入电压小于第一电压阈值时，即判定第一热电子模块工作异常；亦可以通过对促使第一热电转换模块 111 工作的温度差获得，当温度差小于第一温差阈值时，及判定第一热电子模块工作异常。同理，在第二热电子模块工作时，电源初级控制模块输入电压小于第二电压阈值时，即判定第二热电子模块工作异常；亦可以通过对促使第二热电转换模块 121 工作的温度差获得，当温度差小于第二温差阈值时，及判定第二热电子模块工作异常。对于温度差的获取，可以通过热敏电阻或热电偶，配合电压检测电路的方式实现，在此不加赘述。

需要说明的是，第二电压阈值通常高于第一电压阈值；第二温差阈值通常高于第一温差阈值。由于第二热电子模块 12 是在电源输入异常时，为电源初级控制模块提供输入的最后一道供电方式。因此，对于第二热电子模块工作异常状态的监测更为严苛，使得在第二热电子模块 12 失效前，电源初级控制模块 4 尚能与电源次级控制模块 5 进行通信的情况下，及时对电源采取保全措施，避免电源完全失效。尤其是在数字电源的固件更新过程中，这一措施尤为重要。当温差电动势维持的时间不足以完成固件更新，需立刻告警。进一步由维护人员更换电源或重新进行更新。

优选地，供电方法还包括：

S200：断开初级低压供电模块通过低压变压器向次级低压供电模块的供电通路。

由于热电备用模块产生电能较小，关闭向次级低压供电模块的供电通路，能够保障热电备用模块产生的电能都为初级控制模块使用。

同时，由于电源的冗余设计，次级低压供电模块，可以从其他路电源模块处获得电能，以供应次级控制模块工作。

在另一些实施例中，如图 21 所示，一种电子设备，电子设备包括上述第一方面记载的供电电路。

通过实施本申请实施例公开的供电电路及电子设备，能够在数字电源初级因故障掉电的情况下，持续为其初级控制模块供电，维持其初级控制模块与次级控制模块之间的通信；在数字电源固件更新过程中，保障固件更新的供电环境，并在供电电路能量即将消耗殆尽前发出告警信号，以便采取进一步措施，保障数字电源固件更新作业的实施；充分利用服务器运转过程中，电源、机箱产生的废热，作为供电的能量。

上述所有可选技术方案，可以采用任意结合形成本申请的可选实施例，在此不再一一赘述。

实施例一

一种供电电路至少两个电源模块，电源模块如图 2 所示，包括：

依次连接的整流模块 0，功率因数校正模块，变压器，输出整流模块；还包括热电备用模块 1，初级低压供电模块 2，次级低压供电模块 3，初级控制模块 4，次级控制模块 5，以及初级控制模块用于控制功率因数校正模块进行功率校正，次级控制模块用于调制输出整流模块 0；整流模块 0 的整流输出端 0_o 与热电备用模块 1 的热电备用输出端 1_o 电性连接后与初级低压供电模块 2 的初级低压输入端 2_i 电性连接，初级低压供电模块 2 的初级低压输出端 2_o 与初级控制模块 4 的初级控制输入端 4_i 电性连接，初级低压供电模块 2 与次级低压供电模块 3 通过低压变压器 6 耦合；

响应于初级控制模块 4 接收到整流模块 0 发出的电源故障信号，则向热电备用模块 1 发出电路启动信号，使热电备用模块 1 产生电能后输入至低压供电模块 2，以供初级控制模块 4 维持工作；

初级控制模块 4 与次级控制模块 5 双向传输信号。

实施例二

在实施例一的基础上，如图 3 所示，次级低压供电模块 3 的次级低压输出端 3_o与次级控制模块 5 的次级控制输入端 5_i电性连接，为次级控制模块 5 提供输入电压。

电源模块还包括：第一输出二极管 D_{o1}和第二输出二极管 D_{o2}；

第一输出二极管 D_{o1}的阳极与第二输出二极管 D_{o2}的阴极电性连接后，与次级低压输出端 3_o电性连接；

第一输出二极管 D_{o1}的阴极与第二输出二极管 D_{o2}的阳极电性连接后，与次级总输出端 S_o电性连接。

响应于初级控制模块接收到整流模块发出的电源故障信号，断开初级低压供电模块通过低压变压器向次级低压供电模块的供电通路。

如图 4 所示，热电备用模块 1 包括：第一热电子模块 11，第二热电子模块 12。第一热电子模块 11 包括：第一热电子模块输出端 11_o，第二热电子模块 12 包括：第二热电子模块输出端 12_o，第一热电子模块输出端 11_o与第二热电子模块输出端 12_o电性连接后作为热电备用输出端 1_o。

如图 5 中 (a) 部分所示，第一热电子模块 11 包括：第一热电转换模块 111，第一电压转换电路 112。第一热电转换模块 111 包括：第一热电转换模块输出端 111_o；第一电压转换电路 112 包括：第一电压转换电路输入端 112_i，第一电压转换电路输出端 112_o；第一热电转换模块输出端 111_o与第一电压转换电路输入端 112_i电性连接，第一电压转换电路输出端 112_o作为第一热电子模块输出端 11_o。

具体地，如图 6 中 (a) 部分所示，第一热电转换模块 111 为第一热电芯片 TG₁。第一热电芯片 TG₁ 包括：第一热电芯片正输出端 TG_{1P}，第一热电芯片负输出端 TG_{1N}；第一热电芯片正输出端 TG_{1P} 作为第一热电转换模块输出端 111_o，第一热电芯片负输出端 TG_{1N}接地。

如图 8 中 (a) 部分所示，第一热电芯片 TG₁ 还包括：第一热电芯片热端 TG_{1H}。第一热电芯片热端 TG_{1H} 贴附于第一预设位置，其中，第一预设位置设置于：电源工作时，位于电源壳体内、距温度最高点最近的散热片表面，如图 9 中 B 所示位置。将第一热电芯片热端 TG_{1H} 贴附于第一预设位置，可使第一芯片产生温差电动势。

具体地，如图 10 所示，第一电压转换电路 112 包括：第一晶体管 T₁，第一电阻 R₁，第一互感线圈 L₁，第二互感线圈 L₂。第一晶体管第一极 T₁₁ 串联第一电阻 R₁ 后与第一互感线圈 L₁ 的一端电性连接，第一晶体管第二极 T₁₂ 与第二互感线圈 L₂ 的一端电性连接，第二互感线圈 L₂ 的另一端与第一互感线圈 L₁ 的另一端电性连接后作为第一电压转换电路输入端 112_i，第一晶体管第二极 T₁₂ 作为第一电压转换电路输出端 112_o，第一晶体管第三极 T₁₃ 接地。第一互感线圈 L₁ 的一端与第二互感线圈 L₂ 的另一端为同名端。

如图 11 所示，第一电压转换电路 112 还包括：第二晶体管 T₂，第二电阻 R₂。第二晶体管第一极 T₂₁ 与第二电阻 R₂ 的一端电性连接，第二电阻 R₂ 的另一端用于接收第一启动信号，第二晶体管第二极 T₂₂ 与第一晶体管第一极 T₁₁ 电性连接，第二晶体管第三极 T₂₃ 接地，其中，第一启动信号用于开启第一电压转换电路 112。当第一晶体管 T₁ 为 NPN 三极管时，第一晶体管第一极 T₁₁ 为基极，第一晶体管第二极 T₁₂ 为集电极，第一晶体管第三极 T₁₃ 为发射极。第二晶体管 T₂ 可以是 NPN 三极管，亦可以是 NMOS 管。以 NMOS 管为例，第二晶体管第一极 T₂₁ 为栅极，第二晶体管第二极 T₂₂ 为漏极，第二晶体管第三极 T₂₃ 为源极。

如图 5 中 (b) 部分所示，第二热电子模块 12 包括：第二热电转换模块 121，第二电压转换电路 122。第二热电转换模块 121，包括：第二热电转换模块输出端 121_o；第二电压转换电路 122 包括：第二电压转换电路输入端 122_i，第二电压转换电路输出端 122_o；第二热电转换模块输出端 121_o与第二电压转换电路输入端 122_i电性连接，第二电压转换电路输出端 122_o作为第二热电子模块输出端 12_o。

具体地，如图 6 中 (b) 部分所示，第二热电转换模块 121 为第二热电芯片 TG₂。第二热电芯片 TG₂ 包括：第二热电芯片正输出端 TG_{2P}，第二热电芯片负输出端 TG_{2N}；第二热电芯片正输出端 TG_{2P} 作为第二热电转换模块输出端 121_o，第二热电芯片负输出端 TG_{2N}接地。

如图 8 中 (b) 部分所示, 第二热电芯片 TG_2 还包括: 第二热电芯片冷端 TG_{2C} 。第二热电芯片冷端 TG_{2C} 贴附于第二预设位置, 其中, 第二预设位置设置于: 电源壳体内距电源入风口或电源出风口最近的散热片表面, 如图 9 中 A 或 C 所示位置。

图 9 示意性地展示了电源内部风流的方向, 在服务器正常工作时, 该风流会携带服务器机箱内排出的热量。因此, 吹入电源入风口处的气流温度通常达到 $45-55^{\circ}\text{C}$ 。在电源正常工作的情况下, 风口处散热片的最高温度低于电源入风口或电源出风口的气流温度, 将第二热电芯片冷端 TG_{2C} 贴附于第二预设位置, 可使第二芯片产生温差电动势。

图 12 示意性的展示了 B 点以及 A 点处, 第一热电芯片热端和第二热电芯片冷端的贴附位置。

如图 13 所示, 第二电压转换电路 122 包括: 第三晶体管 T_3 , 第三电阻 R_3 , 第三互感线圈 L_3 , 第四互感线圈 L_4 。第三晶体管第一极 T_{31} 串联第三电阻 R_3 后与第三互感线圈 L_3 的一端电性连接, 第三晶体管第二极 T_{32} 与第四互感线圈 L_4 的一端电性连接, 第四互感线圈 L_4 的另一端与第三互感线圈 L_3 的另一端电性连接后作为第二电压转换电路输入端 122_i , 第三晶体管第二极 T_{32} 作为第二电压转换电路输出端 122_o , 第三晶体管第三极 T_{33} 接地。

第三互感线圈 L_3 的一端与第四互感线圈 L_4 的另一端为同名端。

如图 14 所示, 第二电压转换电路 122 还包括: 第四晶体管 T_4 , 第四电阻 R_4 。第四晶体管第一极 T_{41} 与第四电阻 R_4 的一端电性连接, 第四电阻 R_4 的另一端用于接收第二启动信号, 第四晶体管第二极 T_{42} 与第三晶体管第一极 T_{31} 电性连接, 第四晶体管第三极 T_{43} 接地, 其中, 第二启动信号用于开启第二电压转换电路 122。当第三晶体管 T_3 为 NPN 三极管时, 第三晶体管第一极 T_{31} 为基极, 第三晶体管第二极 T_{32} 为集电极, 第三晶体管第三极 T_{33} 为发射极。第四晶体管 T_4 可以是 NPN 三极管, 亦可以是 NMOS 管。以 NMOS 管为例, 第四晶体管第一极 T_{41} 为栅极, 第四晶体管第二极 T_{42} 为漏极, 第四晶体管第三极 T_{43} 为源极。

第一晶体管 T_1 , 第三晶体管 T_3 为 NPN 三极管。

电源模块还包括稳压模块 6; 如图 15 所示, 稳压模块 6 的稳压输入端 6_i 与热电备用输出端 1_o 电性连接, 稳压模块 6 的稳压输出端 6_o 与初级低压输入端 2_i 电性连接。

稳压模块 6 为低压差线性稳压器 (Low Dropout, LDO)。图 16 示出了低压差线性稳压器的典型电路。可替代地, 通过 TL431 与功率晶体管配合使用, 亦可组成稳压电路, 如图 17 所示。LDO 与 TL431 电路的工作原理, 不在此赘述。

电源模块还包括: 整流电路 7, 如图 18 所示, 整流电路输入端 7_i 与热电备用输出端 1_o 电性连接, 整流电路输出端 7_o 与稳压输出端口 6_i 电性连接。

如图 19 所示, 整流电路 7 包括: 二极管 D , 电容 C ;

二极管阴极 D_C 与电容的一端电性连接, 电容的另一端接地;

二极管阳极 D_A 作为整流电路输入端 7_i , 二极管阴极 D_C 作为整流电路输出端 7_o 。

实施例三

一种供电方法, 应用于上述第一方面记载的供电电路, 使初级低压供电模块为初级控制模块供电, 维持初级控制模块与次级控制模块进行通信, 方法包括:

S100: 响应于获取电源故障信号, 向热电备用模块发出电路启动信号, 使热电备用模块工作, 为初级低压供电模块提供输入电压。

实施例四

在实施例三的基础上供电方法还包括:

S200: 断开初级低压供电模块通过低压变压器向次级低压供电模块的供电通路。

实施例五

一种电子设备, 如图 21 所示, 包括实施例二记载的供电电路。特别地, 根据本申请的实施例, 上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如, 本申请的实施例包括一种计算机程序产品, 其

包括装载在计算机可读介质上的计算机程序，该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码。在这样的实施例中，该计算机程序可以通过通信装置从网络上被下载和安装，或者从存储器被安装，或者从 ROM 被安装。在该计算机程序被外部处理器执行时，执行本申请的实施例的方法中限定的上述功能。

根据本申请的实施例，所提供的技术方案带来的有益效果是：

1. 通过实施本申请实施例公开的供电电路及电子设备，能够在数字电源初级因故障掉电的情况下，持续为其初级控制模块供电，维持其初级控制模块与次级控制模块之间的通信，进而维持初级控制模块与服务器系统或上位机的通信；
2. 在数字电源固件更新过程中，保障固件更新的供电环境，并在供电电路能量即将消耗殆尽前发出告警信号，以便采取进一步措施，保障数字电源固件更新作业的实施，提高数字电源可靠性；
3. 在备用电源失效前，安全地中断数字电源当前任务，保障数字电源正常功能不丧失；
4. 充分利用服务器运转过程中，电源、机箱产生的废热，作为供电的能量。

需要说明的是，本申请的实施例的计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机可读存储介质例如可以是一——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本申请的实施例中，计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本申请的实施例中，计算机可读信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质，该计算机可读信号介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于：电线、光缆、RF(Radio Frequency, 射频)等等，或者上述的任意合适的组合。

上述计算机可读介质可以是上述服务器中所包含的；也可以是单独存在，而未装配入该服务器中。上述计算机可读介质承载有一个或者多个程序，当上述一个或者多个程序被该服务器执行时，使得该服务器：响应于检测到终端的外设模式未激活时，获取终端上应用的帧率；在帧率满足息屏条件时，判断用户是否正在获取终端的屏幕信息；响应于判断结果为用户未获取终端的屏幕信息，控制屏幕进入立即暗淡模式。

可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本申请的实施例的操作的计算机程序代码，程序设计语言包括面向对象的程序设计语言——诸如 Java, Smalltalk, C++，还包括常规的过程式程序设计语言——诸如“C”语言或类似的程序设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中，远程计算机可以通过任意种类的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接到用户计算机，或者，可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于系统或系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述得比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的系统及系统实施例仅仅是示意性的，其中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模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员

在不付出创造性劳动的情况下，即可以理解并实施。

以上对本申请所提供的技术方案进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

以上所述仅为本申请的较佳实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种供电电路，包括至少两个电源模块，所述电源模块包括：依次连接的整流模块，功率因数校正模块，变压器，输出整流模块，其特征在于，所述电源模块还包括热电备用模块，初级低压供电模块，次级低压供电模块，初级控制模块，次级控制模块，所述初级控制模块用于控制所述功率因数校正模块进行功率校正，所述次级控制模块用于调制输出整流模块；

所述整流模块的整流输出端与所述热电备用模块的热电备用输出端电性连接后与所述初级低压供电模块的初级低压输入端电性连接，所述初级低压供电模块的初级低压输出端与所述初级控制模块的初级控制输入端电性连接，所述初级低压供电模块与所述次级低压供电模块通过低压变压器耦合；

响应于所述初级控制模块接收到所述整流模块发出的电源故障信号，向所述热电备用模块发出电路启动信号，使所述热电备用模块产生电能后输入至所述低压供电模块，以供所述初级控制模块维持工作；以及

所述初级控制模块与所述次级控制模块双向传输信号。

2. 根据权利要求1所述的供电电路，其特征在于，所述次级低压供电模块的次级低压输出端与所述次级控制模块的次级控制输入端电性连接，为所述次级控制模块提供输入电压。

3. 根据权利要求1或2所述的供电电路，其特征在于，所述至少两个电源模块的次级低压供电模块的次级低压输出端电性连接于次级总输出端；

所述电源模块还包括：第一输出二极管和第二输出二极管；

所述第一输出二极管的阳极与所述第二输出二极管的阴极电性连接后，与所述次级低压输出端电性连接；以及

所述第一输出二极管的阴极与所述第二输出二极管的阳极电性连接后，与次级总输出端电性连接。

4. 根据权利要求1所述的供电电路，其特征在于，响应于所述初级控制模块接收到所述整流模块发出的电源故障信号，断开初级低压供电模块通过低压变压器向次级低压供电模块的供电通路。

5. 根据权利要求1所述的供电电路，其特征在于，所述热电备用模块包括：第一热电子模块，第二热电子模块；以及

所述第一热电子模块包括：第一热电子模块输出端，所述第二热电子模块包括：第二热电子模块输出端，所述第一热电子模块输出端与所述第二热电子模块输出端电性连接后作为所述热电备用输出端。

6. 根据权利要求5所述的供电电路，其特征在于，所述第一热电子模块包括：第一热电转换模块，第一电压转换电路；

所述第一热电转换模块包括：第一热电转换模块输出端；

所述第一电压转换电路包括：第一电压转换电路输入端，第一电压转换电路输出端；以及

所述第一热电转换模块输出端与所述第一电压转换电路输入端电性连接，所述第一电压转换电路输出端作为所述第一热电子模块输出端。

7. 根据权利要求6所述的供电电路，其特征在于，所述第一热电转换模块为第一热电芯片；

所述第一热电芯片包括：第一热电芯片正输出端，第一热电芯片负输出端；以及

所述第一热电芯片正输出端作为所述第一热电转换模块输出端，所述第一热电芯片负输出端接地。

8. 根据权利要求7所述的供电电路，其特征在于，所述第一热电芯片还包括：第一热电芯片热端；以及

所述第一热电芯片热端贴附于第一预设位置，其中，所述第一预设位置设置于：电源工作时，位于电源壳体内、距温度最高点最近的散热片表面。

9. 根据权利要求6所述的供电电路，其特征在于，所述第一电压转换电路包括：第一晶体管，第一电阻，第一互感线圈，第二互感线圈；以及

第一晶体管第一极串联所述第一电阻后与所述第一互感线圈的一端电性连接，第一晶体管第二极与

所述第二互感线圈的一端电性连接，所述第二互感线圈的另一端与所述第一互感线圈的另一端电性连接后作为所述第一电压转换电路输入端，所述第一晶体管第二极作为所述第一电压转换电路输出端，第一晶体管第三极接地。

10. 根据权利要求 9 所述的供电电路，其特征在于，所述第一互感线圈的一端与所述第二互感线圈的另一端为同名端。

11. 根据权利要求 6 所述的供电电路，其特征在于，所述第一电压转换电路还包括：第二晶体管，第二电阻；

第二晶体管第一极与所述第二电阻的一端电性连接，所述第二电阻的另一端用于接收第一启动信号，第二晶体管第二极与第一晶体管第一极电性连接，所述第二晶体管第三极接地，其中，所述第一启动信号用于开启所述第一电压转换电路。

12. 根据权利要求 5 所述的供电电路，其特征在于，所述第二热电子模块包括：第二热电转换模块，第二电压转换电路；

所述第二热电转换模块，包括：第二热电转换模块输出端；

所述第二电压转换电路包括：第二电压转换电路输入端，第二电压转换电路输出端；

所述第二热电转换模块输出端与所述第二电压转换电路输入端电性连接，所述第二电压转换电路输出端作为所述第二热电子模块输出端。

13. 根据权利要求 12 所述的供电电路，其特征在于，所述第二热电转换模块为第二热电芯片；

所述第二热电芯片包括：第二热电芯片正输出端，第二热电芯片负输出端；

所述第二热电芯片正输出端作为所述第二热电转换模块输出端，所述第二热电芯片负输出端接地。

14. 根据权利要求 13 所述的供电电路，其特征在于，所述第二热电芯片还包括：第二热电芯片冷端；

所述第二热电芯片冷端贴附于第二预设位置，其中，所述第二预设位置设置于：电源壳体内距电源入风口或电源出风口最近的散热片表面。

15. 根据权利要求 12 所述的供电电路，其特征在于，所述第二电压转换电路包括：第三晶体管，第三电阻，第三互感线圈，第四互感线圈；

第三晶体管第一极串联所述第三电阻后与所述第三互感线圈的一端电性连接，第三晶体管第二极与所述第四互感线圈的一端电性连接，所述第四互感线圈的另一端与所述第三互感线圈的另一端电性连接后作为所述第二电压转换电路输入端，所述第三晶体管第二极作为所述第二电压转换电路输出端，第三晶体管第三极接地。

16. 根据权利要求 15 所述的供电电路，其特征在于，所述第三互感线圈的一端与所述第四互感线圈的另一端为同名端。

17. 根据权利要求 12 所述的供电电路，其特征在于，所述第二电压转换电路还包括：第四晶体管，第四电阻；

第四晶体管第一极与所述第四电阻的一端电性连接，所述第四电阻的另一端用于接收第二启动信号，第四晶体管第二极与第三晶体管第一极电性连接，所述第四晶体管第三极接地，其中，所述第二启动信号用于开启所述第二电压转换电路。

18. 根据权利要求 9 或 15 所述的供电电路，其特征在于，第一晶体管，第三晶体管为 NPN 三极管。

19. 根据权利要求 1 所述的供电电路，其特征在于，所述电源模块还包括稳压模块；所述稳压模块的稳压输入端与所述热电备用输出端电性连接，所述稳压模块的稳压输出端与所述初级低压输入端电性连接。

20. 根据权利要求 19 所述的供电电路，其特征在于，所述稳压模块为低压差线性稳压器。

21. 根据权利要求 19 所述的供电电路，其特征在于，所述电源模块还包括：整流电路，整流电路输入端与所述热电输出端口电性连接，整流电路输出端与所述稳压输出端口电性连接。

22. 根据权利要求 21 所述的供电电路，其特征在于，所述整流电路包括：二极管，电容；
二极管阴极与所述电容的一端电性连接，所述电容的另一端接地；
二极管阳极作为所述整流电路输入端，所述二极管阴极作为所述整流电路输出端。

23. 根据权利要求 1 所述的供电电路，其特征在于，所述热电备用模块包括：第一热电子模块、第二热电子模块；以及

所述供电电路被设置为：响应于所述第一热电子模块工作异常，向所述第一热电子模块发送第一关闭信号，并向所述第二热电子模块发送第二启动信号，使所述第二热电子模块向电源初级控制模块供电；响应于所述第二热电子模块工作异常，则对所述电源采取保全措施；其中，所述第一热电子模块工作异常表示电源初级控制模块输入电压小于第一电压阈值，或促使第一热电转换模块工作的温度差小于第一温差阈值；所述第二热电子模块工作异常表示电源初级控制模块输入电压小于第二电压阈值，或促使第二热电转换模块工作的温度差小于第二温差阈值，所述第二电压阈值高于所述第一电压阈值，所述第二温差阈值高于所述第一温差阈值。

24. 一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括权利要求 1 至 23 中任一权利要求所述的供电电路。

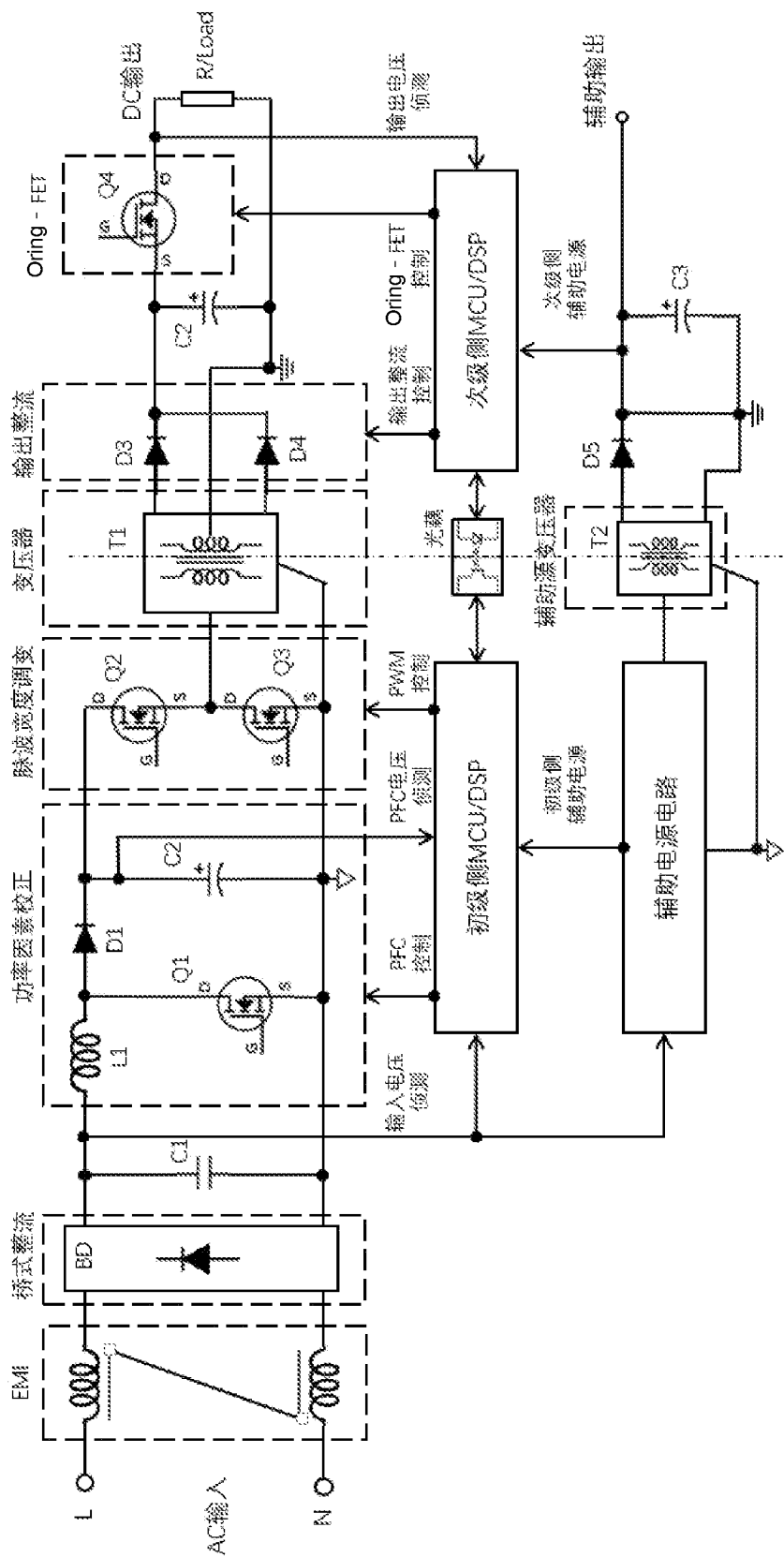


图 1

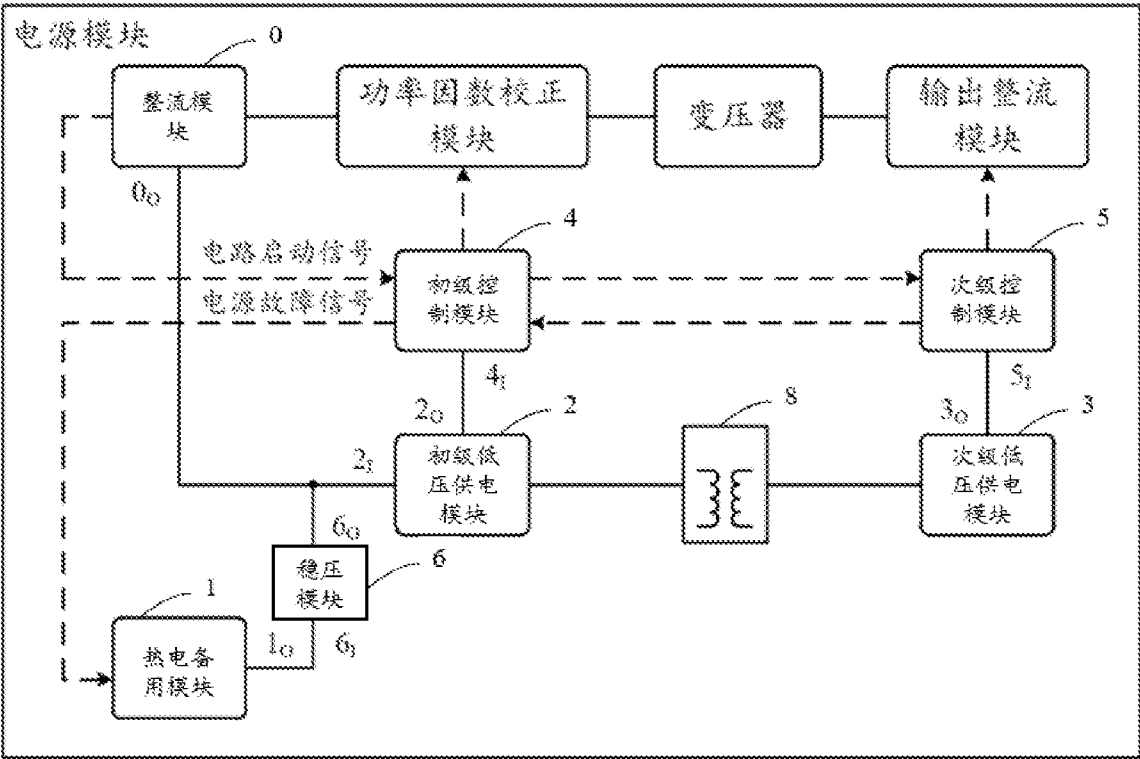


图 2

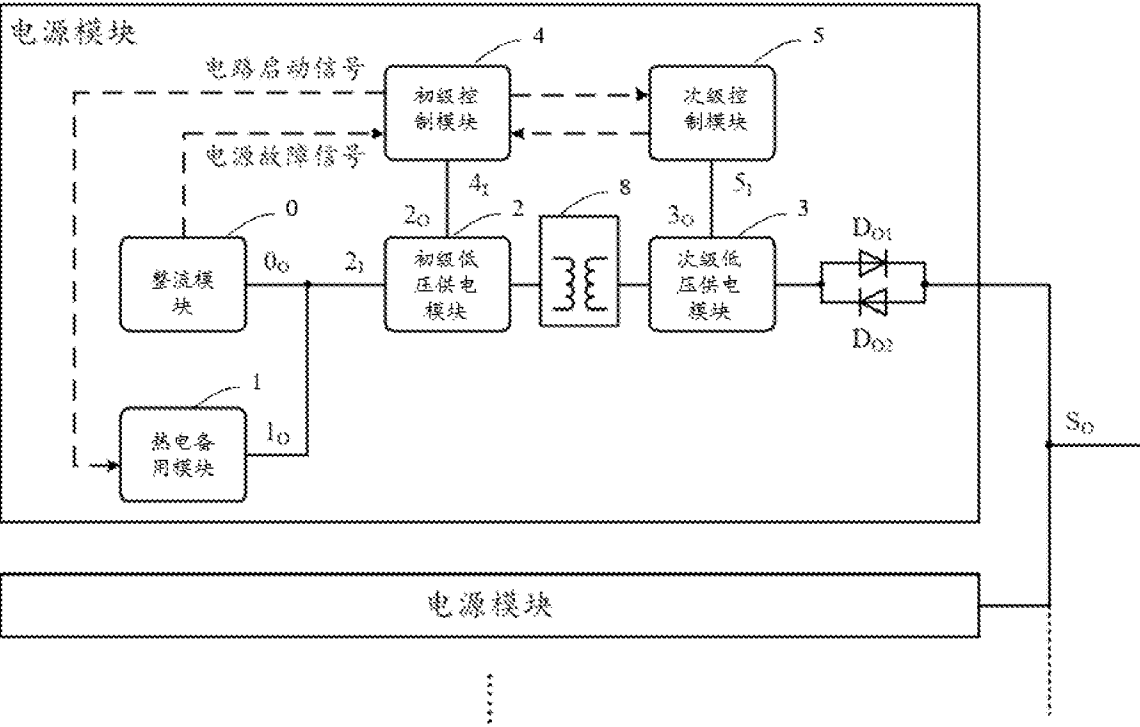


图 3

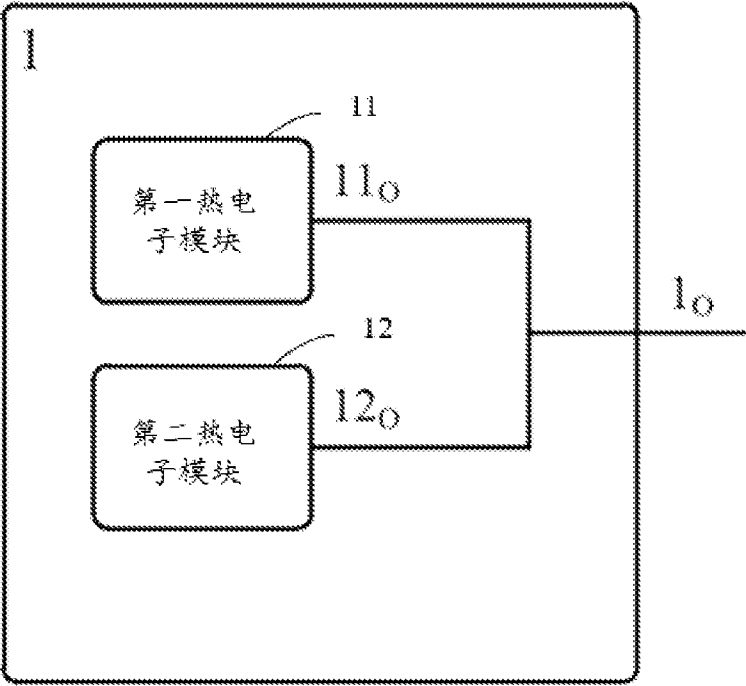


图 4

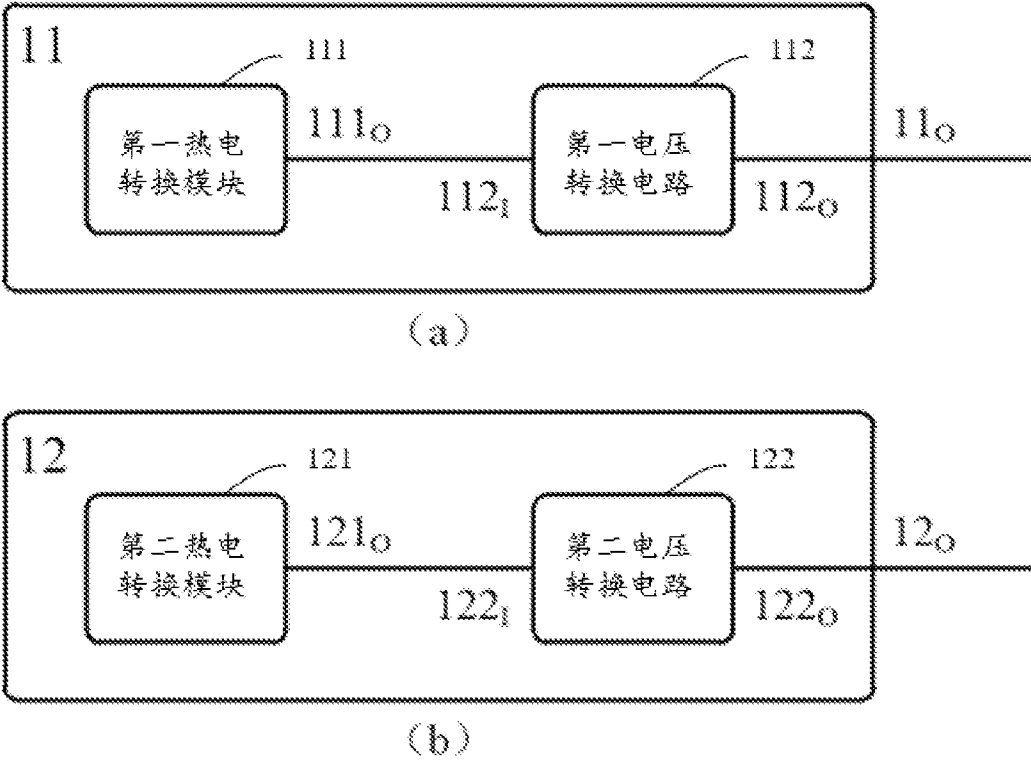


图 5

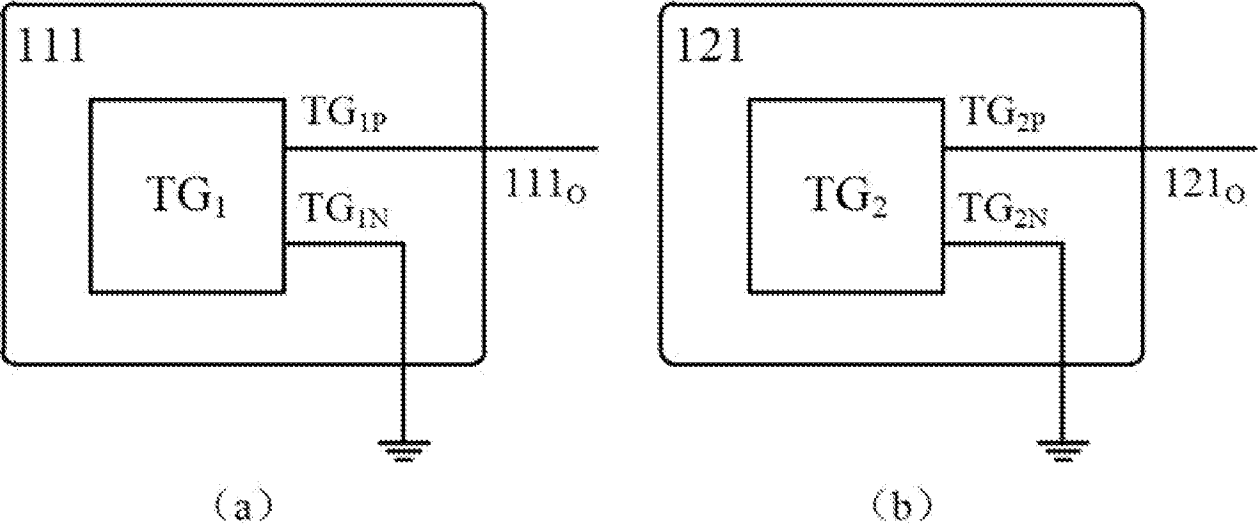


图 6

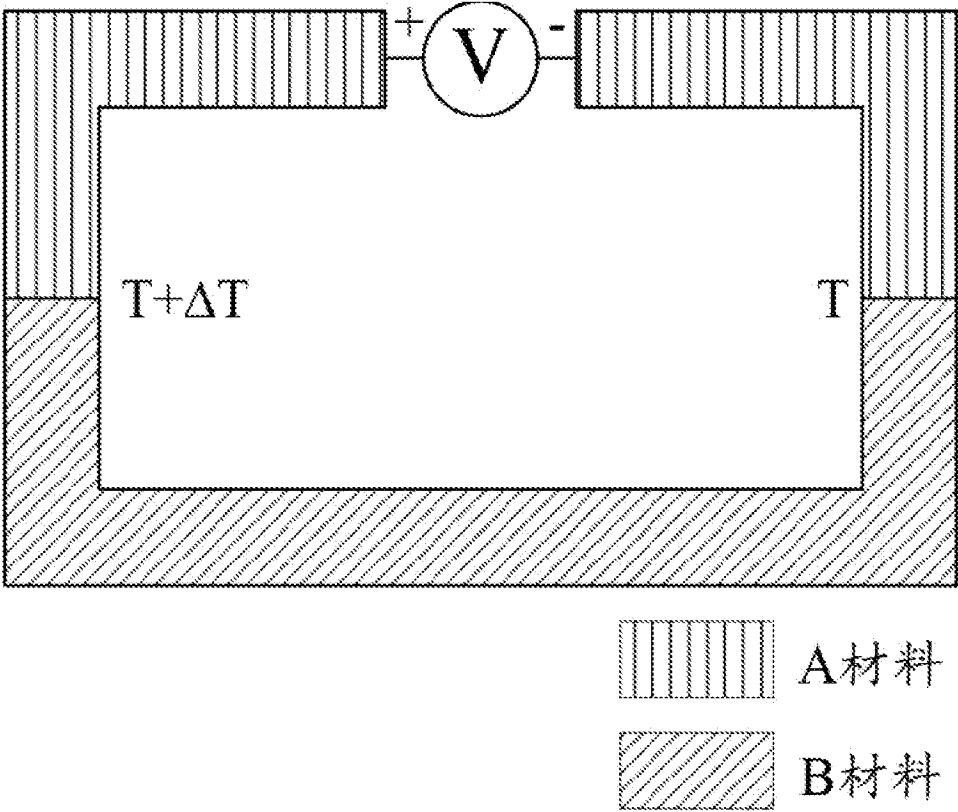


图 7

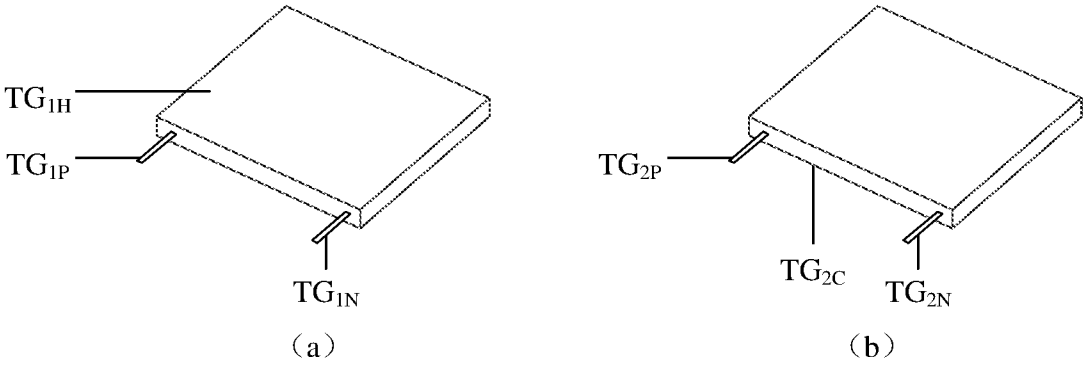


图 8

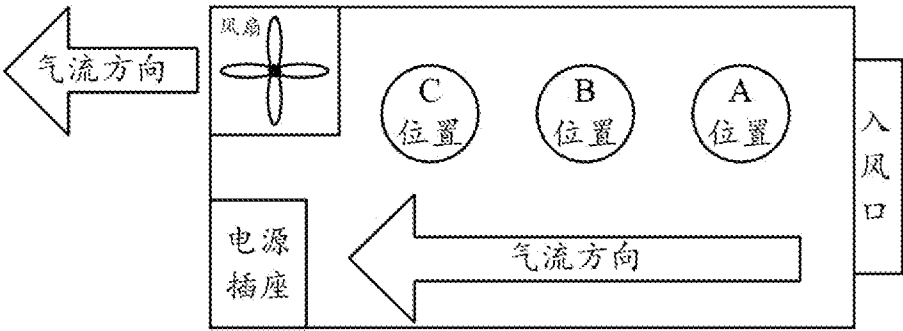


图 9

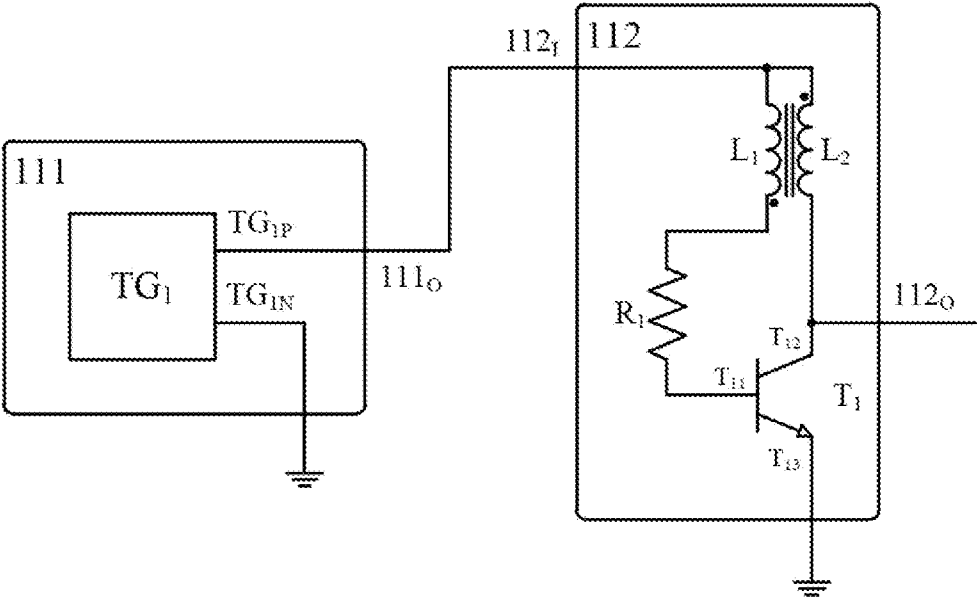


图 10

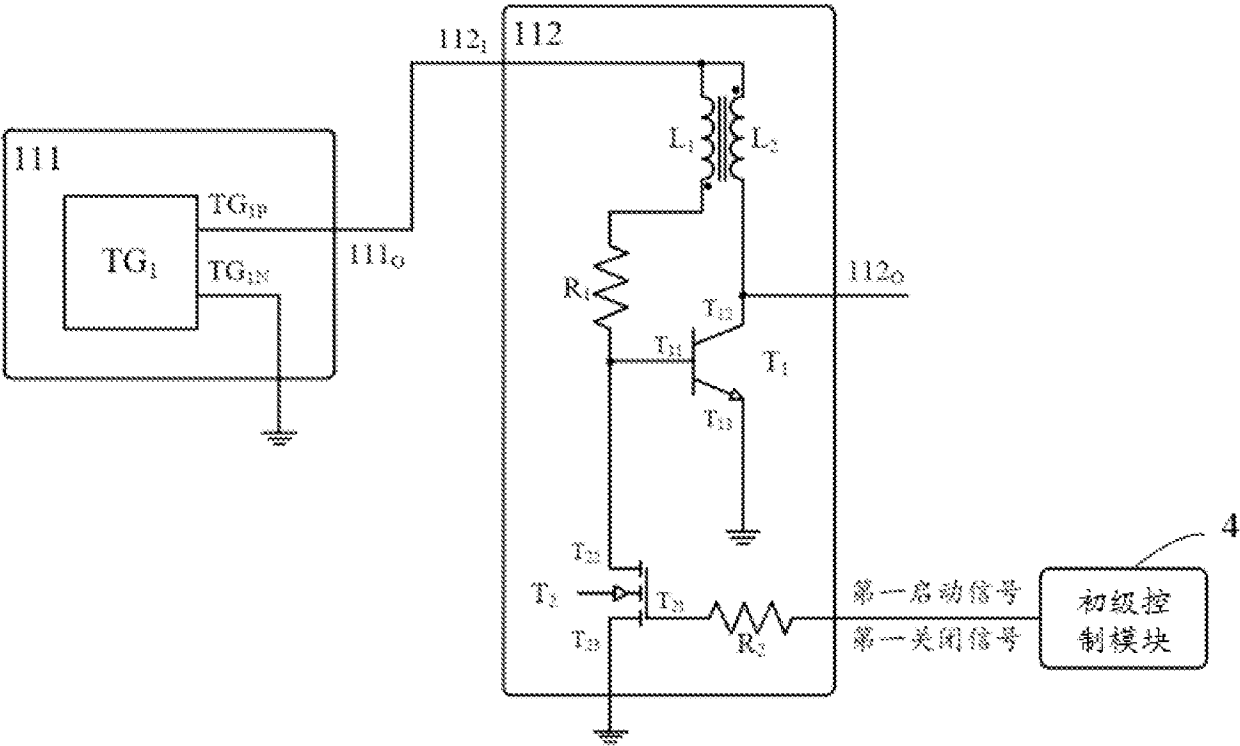


图 11

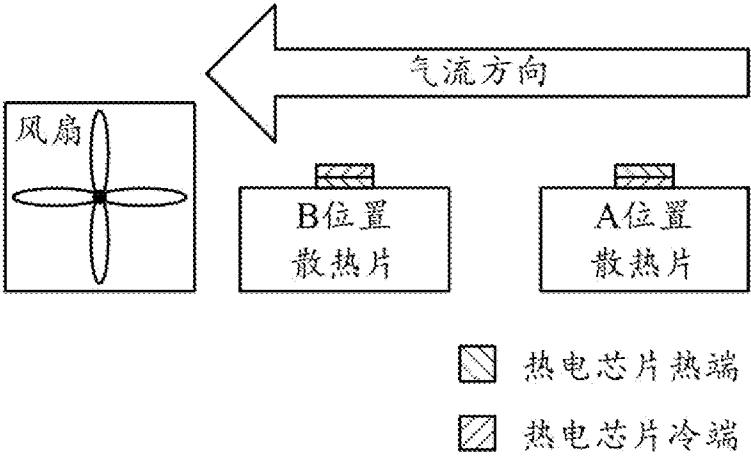


图 12

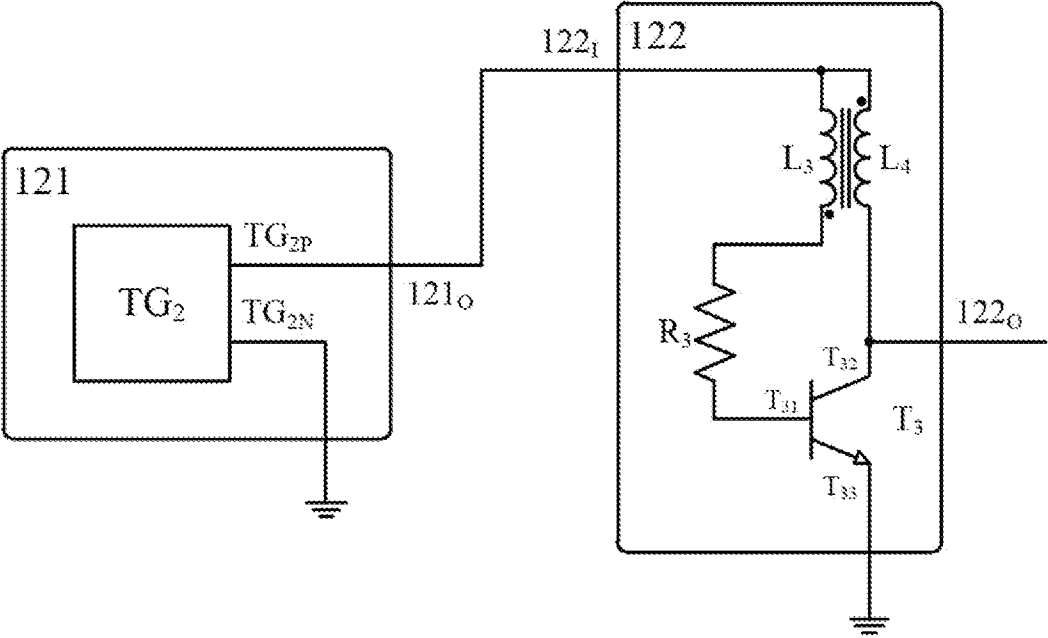


图 13

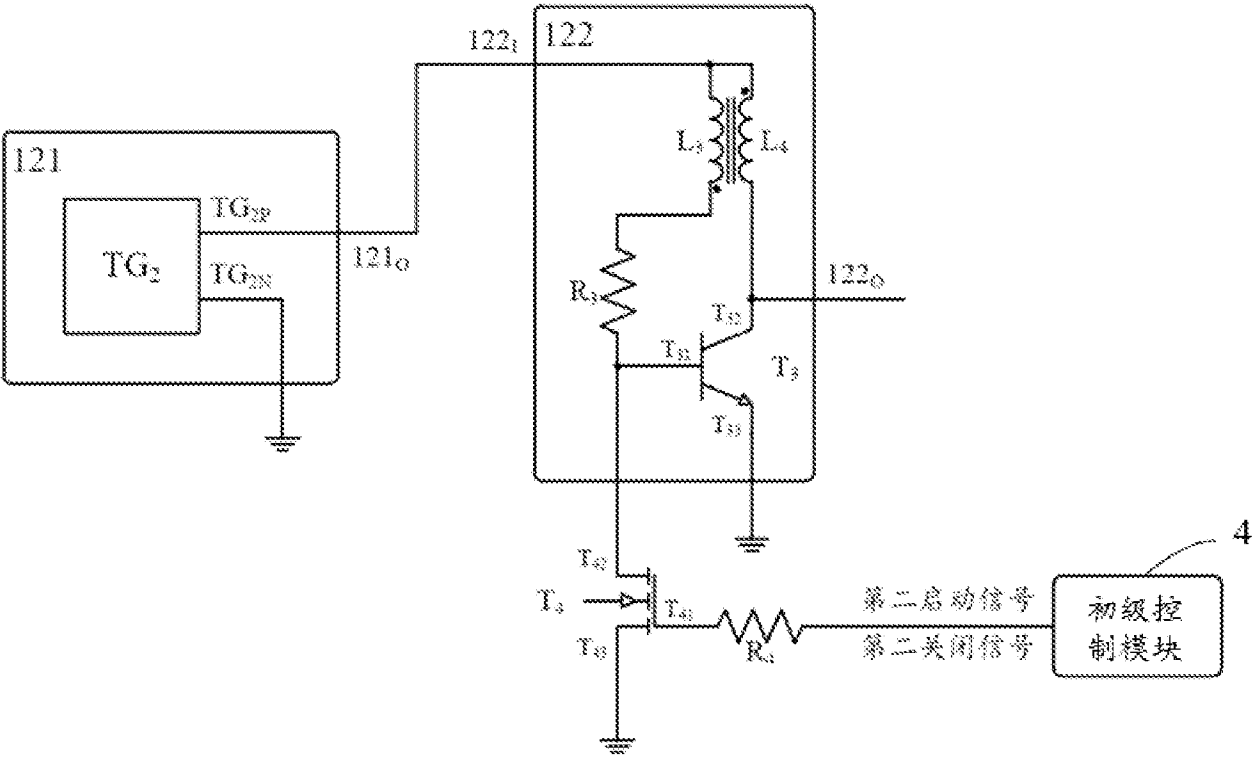


图 14

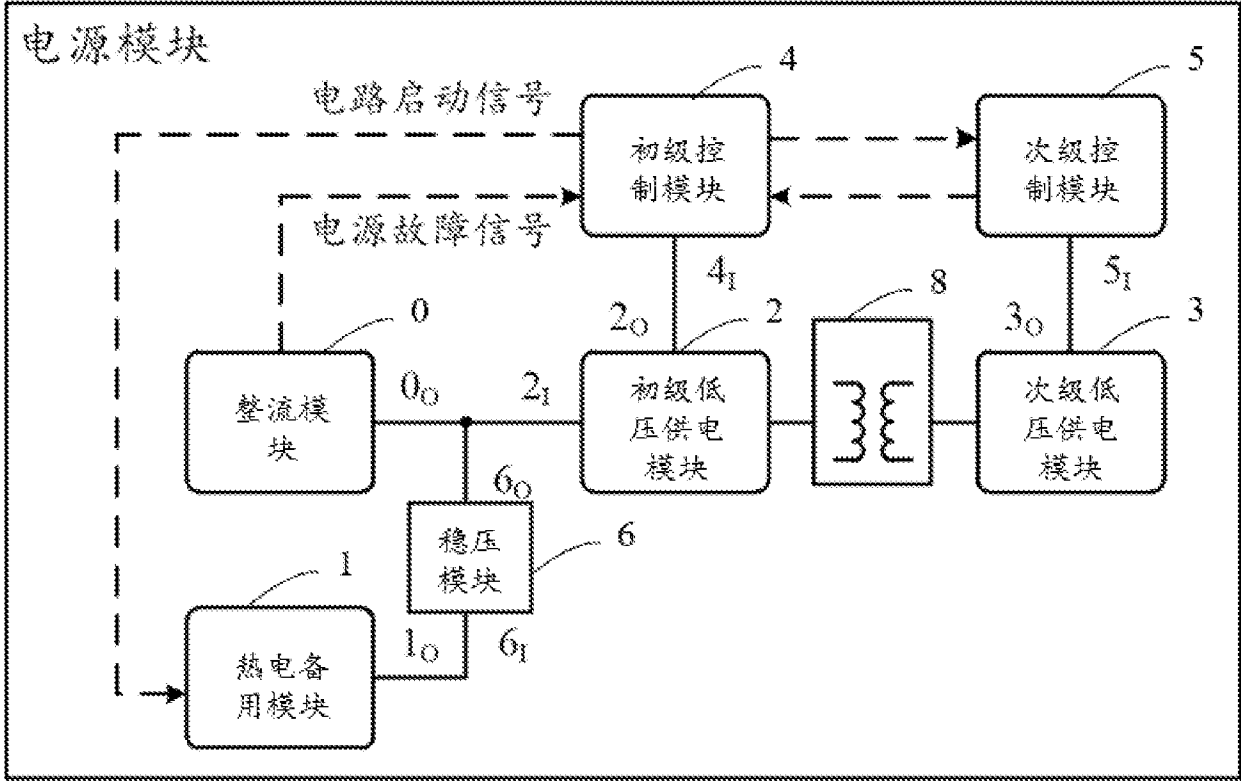


图 15

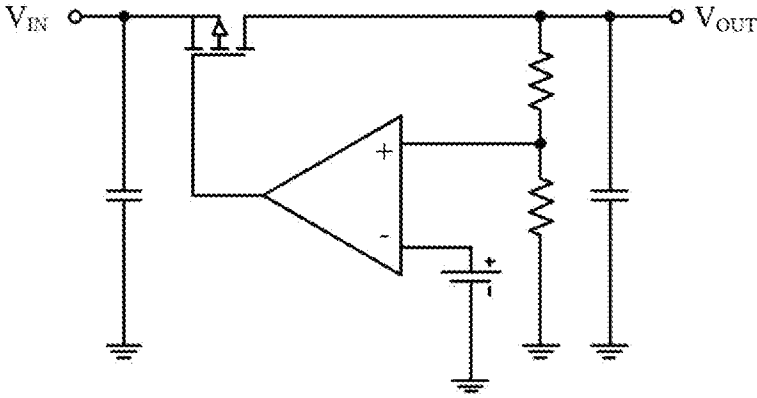


图 16

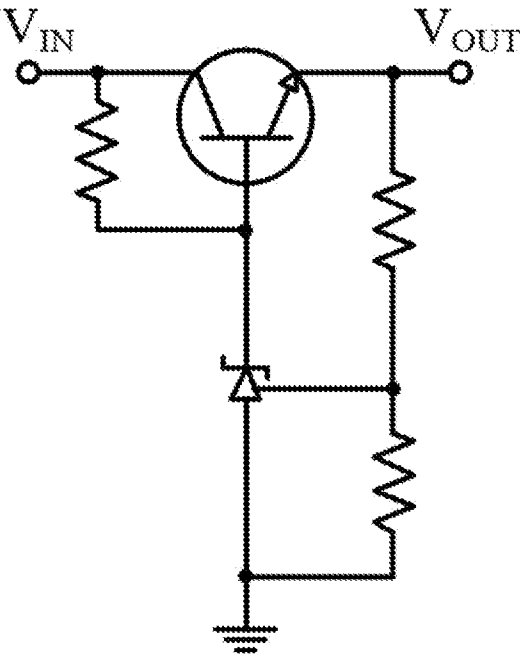


图 17

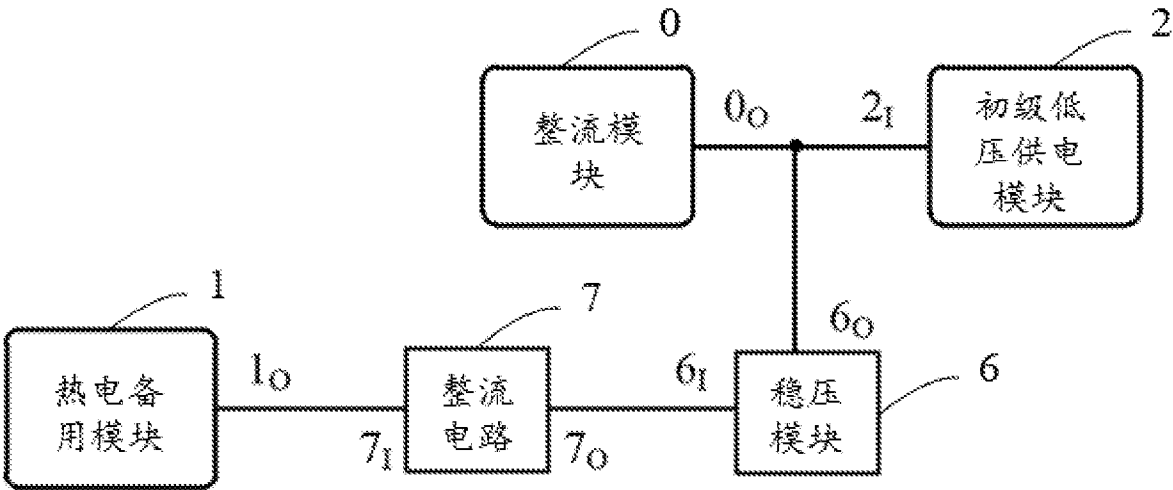


图 18

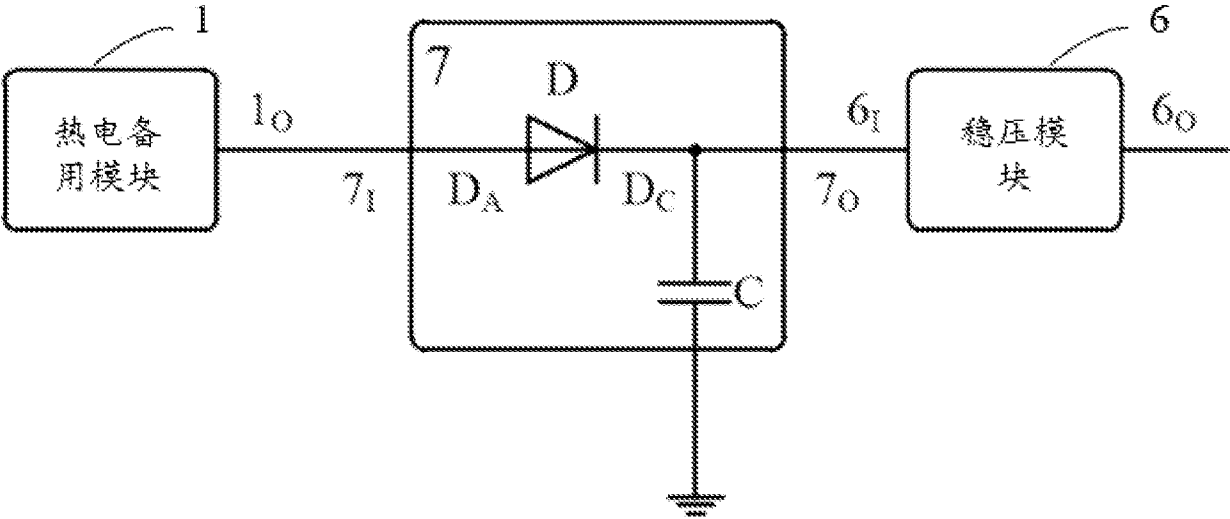


图 19

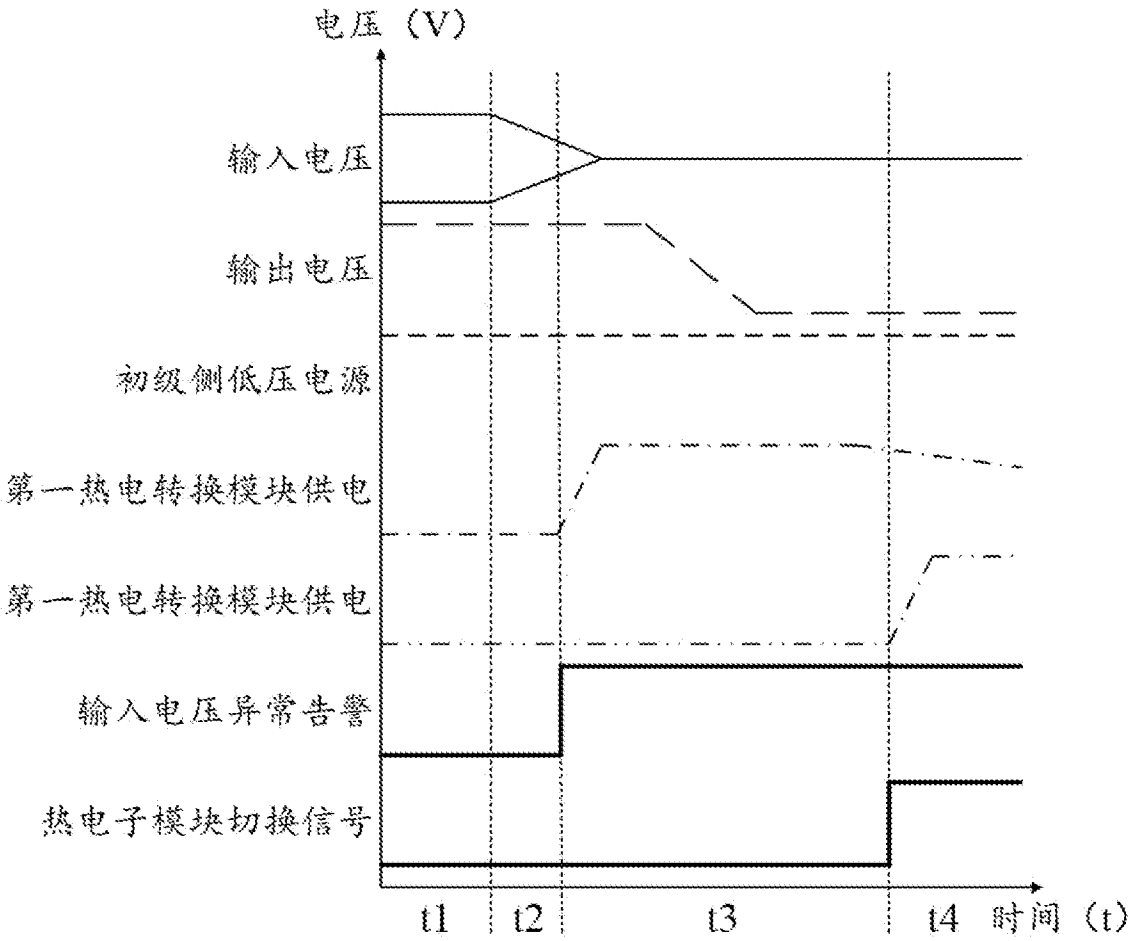


图 20

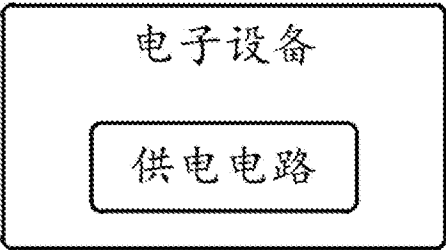


图 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/079296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J9/06(2006.01)i; H02J7/32(2006.01)i; H02N11/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H02J H02N Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 供电, 辅助电源, 备用电源, 主电源, 控制器, 控制单元, 控制模块, 变压器, 初级, 次级, 温差, 热电, power, auxiliary power, backup power, standby power, controller, transformer, primary, secondary, temperature, thermoelectric		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116436147 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 July 2023 (2023-07-14) description, paragraphs [0033]-[0117]	1-24
Y	CN 115580007 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 January 2023 (2023-01-06) description, paragraphs [0044]-[0099], and figures 2-4	1-22, 24
Y	CN 113078728 A (SHENZHEN HOMDE INTELLIGENT CO., LTD.) 06 July 2021 (2021-07-06) description, paragraphs [0050]-[0098], and figures 1 and 2	1-22, 24
Y	CN 115248628 A (SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS) 28 October 2022 (2022-10-28) description, paragraphs [0035]-[0066]	1-22, 24
A	CN 115580007 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 January 2023 (2023-01-06) description, paragraphs [0044]-[0099], and figures 2-4	23
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 26 April 2024		Date of mailing of the international search report 05 May 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/079296

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113078728 A (SHENZHEN HOMDE INTELLIGENT CO., LTD.) 06 July 2021 (2021-07-06) description, paragraphs [0050]-[0098], and figures 1 and 2	23
A	CN 115248628 A (SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS) 28 October 2022 (2022-10-28) description, paragraphs [0035]-[0066]	23
A	CN 204013285 U (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 10 December 2014 (2014-12-10) entire document	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/079296

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116436147	A	14 July 2023	CN	116436147	B	19 September 2023
CN	115580007	A	06 January 2023	None			
CN	113078728	A	06 July 2021	CN	214707294	U	12 November 2021
CN	115248628	A	28 October 2022	EP	4083750	A1	02 November 2022
				US	2022342470	A1	27 October 2022
CN	204013285	U	10 December 2014	None			

A. 主题的分类

H02J9/06(2006.01)i; H02J7/32(2006.01)i; H02N11/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H02J H02N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT: 供电, 辅助电源, 备用电源, 主电源, 控制器, 控制单元, 控制模块, 变压器, 初级, 次级, 温差, 热电, power, auxiliary power, backup power, standby power, controller, transformer, primary, secondary, temperature, thermoelectric

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116436147 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2023年7月14日 (2023 - 07 - 14) 说明书第[0033]-[0117]段	1-24
Y	CN 115580007 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2023年1月6日 (2023 - 01 - 06) 说明书第[0044]-[0099]段, 附图2-4	1-22、24
Y	CN 113078728 A (深圳弘德智能有限公司) 2021年7月6日 (2021 - 07 - 06) 说明书第[0050]-[0098]段, 附图1、2	1-22、24
Y	CN 115248628 A (施耐德电器工业公司) 2022年10月28日 (2022 - 10 - 28) 说明书第[0035]-[0066]段	1-22、24
A	CN 115580007 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2023年1月6日 (2023 - 01 - 06) 说明书第[0044]-[0099]段, 附图2-4	23
A	CN 113078728 A (深圳弘德智能有限公司) 2021年7月6日 (2021 - 07 - 06) 说明书第[0050]-[0098]段, 附图1、2	23
A	CN 115248628 A (施耐德电器工业公司) 2022年10月28日 (2022 - 10 - 28) 说明书第[0035]-[0066]段	23

☒ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年4月26日

国际检索报告邮寄日期

2024年5月5日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

罗淑元

电话号码 (+86) 0512-88996293

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 204013285 U (国家电网公司 等) 2014年12月10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-24

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/079296

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	116436147	A	2023年7月14日	CN 116436147 B	2023年9月19日
CN	115580007	A	2023年1月6日	无	
CN	113078728	A	2021年7月6日	CN 214707294 U	2021年11月12日
CN	115248628	A	2022年10月28日	EP 4083750 A1	2022年11月2日
				US 2022342470 A1	2022年10月27日
CN	204013285	U	2014年12月10日	无	