(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 12 日 (12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/251209 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 3/28 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/097814

(22) 国际申请日: 2024 年 6 月 6 日 (06.06.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310687041.1 2023年6月9日 (09.06.2023) CN

(71) 申请人: 宁德时代未来能源（上海）研究院有限公司(**CONTEMPORARY AMPEREX FUTURE ENERGY RESEARCH INSTITUTE (SHANGHAI) LIMITED**) [CN/CN]; 中国上海市闵行区园美路 58 号 1 幢 2 层 203、204 室, Shanghai 200241 (CN)。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)。

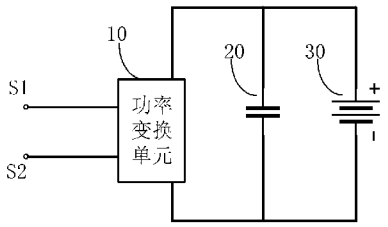
(72) 发明人: 黄玺晟 (**HUANG, Xisheng**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。徐祥祥 (**XU, Xiangxiang**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。余东旭 (**YU, Dongxu**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。卢艳华 (**LU, Yanhua**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。

(74) 代理人: 北京华进京联知识产权代理有限公司 (**ACIP LAW OFFICES**); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (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,

(54) **Title:** ENERGY STORAGE VALVE SUBMODULE AND HIGH-VOLTAGE DIRECTLY-CONNECTED ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) 发明名称: 储能阀子模块和高压直挂储能系统



10 Power conversion unit

图 2

(57) **Abstract:** The present application relates to an energy storage valve submodule and a high-voltage directly-connected energy storage system. A suppression circuit for underdamped oscillation is added in the energy storage valve submodule, the suppression circuit is connected in series to a first capacitor, and a resistance-capacitance branch formed by connecting the suppression circuit and the first capacitor in series is connected in parallel to a power conversion unit and an energy storage unit, respectively. The suppression circuit can suppress, by adjusting the resistance value of impedance in the energy storage valve submodule, underdamped oscillation current generated by the energy storage valve submodule when a switching state is switched, so that the underdamped oscillation current generated by the energy storage valve submodule when the switching state is switched is reduced, that is, the damage to the energy storage valve submodule caused by the underdamped oscillation current is reduced, thereby improving the reliability of the energy storage valve submodule.

(57) 摘要: 本申请涉及一种储能阀子模块和高压直挂储能系统，通过在储能阀子模块中增加欠阻尼振荡的抑制电路，该抑制电路与第一电容串联，且抑制电路与第一电容串联构成的阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联，由于该抑制电路可以通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，使得减小了储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，也就降低了欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

WO 2024/251209 A1

[见续页]

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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

说明书

储能阀子模块和高压直挂储能系统

交叉引用

[0001] 本申请引用于2023年06月09日递交的名称为“储能阀子模块和高压直挂储能系统”的第2023106870411号中国专利申请，其通过引用被全部并入本申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及储能技术领域，特别是涉及一种储能阀子模块和高压直挂储能系统。

背景技术

[0003] 随着大规模储能的发展，高压直挂储能系统逐渐受到广泛应用。

[0004] 在一些情形下，高压直挂式储能系统包括多个级联的储能阀子模块，每个储能阀子模块中包括储能单元。应用时，可以通过控制各储能阀子模块的投切状态实现各储能阀子模块中储能单元的充放电。

[0005] 然而，上述情形下储能阀子模块可靠性较低。

发明内容

[0006] 基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种储能阀子模块和高压直挂储能系统，能够提高储能阀子模块的可靠性。

[0007] 第一方面，本申请实施例提供了一种储能阀子模块，该储能阀子模块包括功率变换单元、第一电容、抑制电路和储能单元，抑制电路与第一电容串联构成阻容支路，阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联。

[0008] 本申请实施例提供的储能阀子模块，通过在储能阀子模块中增加欠阻尼振荡的抑制电路，该抑制电路与第一电容串联，且抑制电路与第一电容串联构成的阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联，由于该抑制电路可以通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，这样大大地减小了储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，达到抑制欠阻尼振荡电流的效果，使得欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害大幅降低，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

[0009] 在其中一个实施例中，第一电容包括直流支撑电容。

[0010] 在其中一个实施例中，该储能阀子模块包括功率变换单元、直流支撑电容、抑制电路和储能单元，抑制电路与直流支撑电容串联构成阻容支路，阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联。

[0011] 本申请实施例提供的储能阀子模块，通过在储能阀子模块中增加欠阻尼振荡的抑制电路，该抑制电路与直流支撑电容串联，且抑制电路与直流支撑电容串联构成的阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联，由于该抑制电路可以通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，这样大大地减小了储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，达到抑制欠阻尼振荡电流的效果，使得欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害大幅降低，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

[0012] 在其中一个实施例中，抑制电路包括电阻元件。

[0013] 本申请实施例中，通过电阻元件实现抑制电路，这样以电阻元件提供抑制储能阀子模块在投入时刻产生的欠阻尼振荡电流所需的阻值，不仅经济性高且方便简单，极大地降低了对储能阀子模块整体功能产生的额外影响，从而进一步提高储能阀子模块的可靠

性。

[0014] 在其中一个实施例中，抑制电路还包括开关电路，开关电路用于控制电阻元件的投切状态。

[0015] 本申请实施例中，通过开关电路控制电阻元件在储能阀子模块中的是处于投入还是被切出，只有在投入到储能阀子模块中工作，才可实现对储能单元相应状态下投入时刻产生的的欠阻尼振荡的抑制，从而提高了储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0016] 在其中一个实施例中，开关电路与电阻元件并联。

[0017] 本申请实施例中在电阻元件旁并联开关电路，通过开关电路的开通和关断实现电阻元件在储能阀子模块中的是处于投入还是被切出，只有在投入到储能阀子模块中工作，才可实现对储能单元相应状态下投入时刻产生的的欠阻尼振荡的抑制，从而提高了储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0018] 在其中一个实施例中，抑制电路还包括开关电路，开关电路与电阻元件并联。

[0019] 本申请实施例中在电阻元件旁并联开关电路，通过开关电路的开通和关断实现电阻元件在储能阀子模块中的是处于投入还是被切出，只有在投入到储能阀子模块中工作，才可实现对储能单元相应状态下投入时刻产生的的欠阻尼振荡的抑制，从而提高了储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0020] 在其中一个实施例中，电阻元件包括相互串联的第一电阻和第二电阻，开关电路还包括第一开关和第二开关，第一开关与第一电阻并联，第二开关与第二电阻并联。

[0021] 本申请实施例中在储能阀子模块中增加两个电阻，然后通过增加两个不同的开关分别控制该两个电阻在储能阀子模块中的投切状态，两个电阻在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下仅会投入一个，在此基础上，两个电阻的阻值不同，使得在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下所能够抑制的欠阻尼振荡程度都也不同，如此，使得储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准

[0022] 在其中一个实施例中，第一开关和/或第二开关为二极管。

[0023] 本申请实施例中采用二极管实现第一开关和第二开关，由于二极管属于无需控制，依靠电路中的电压切换开通和截止两种状态，具有开关速度快、开关时间特短的优势，从而使得可以快速且精准地控制电阻元件的投切状态，进而达到储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准的效果。

[0024] 在其中一个实施例中，第一电阻的阻值大于第二电阻的阻值。

[0025] 本申请实施例中通过设置第一电阻的阻值大于第二电阻的阻值，可以使得对储能单元处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行较大程度的抑制，在储能单元处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流的抑制程度可以较小。这样，通过设置第一电阻和第二电阻为不同的阻值实现对储能单元处于充电状态和放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行区别抑制，以提高对储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0026] 本申请实施例中通过设置第一电阻的阻值大于第二电阻的阻值，可以使得对储能单元处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行较大程度的抑制，在储能单元处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流的抑制程度可以较小。这样，通过设置第一电阻和第二电阻为不同的阻值实现对储能单元处于充电状态和放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行区别抑制，以提高对储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0027] 在其中一个实施例中，电阻元件包括相互并联的第三电阻和第四电阻，开关电路还包括第三开关和第四开关，第三开关与第三电阻串联，第四开关与第四电阻串联。

[0028] 本申请实施例中在储能阀子模块中增加两个电阻，然后通过增加两个不同的开关分别控制该两个电阻在储能阀子模块中的投切状态，两个电阻在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下仅会投入一个，在此基础上，两个电阻的阻值不同，使得在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下所能够抑制的欠阻尼振荡程度都也不同，如此，使得储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准

[0029] 在其中一个实施例中，第三开关和/或第四开关为二极管。

[0030] 本申请实施例中采用二极管实现第三开关和第四开关，由于二极管属于无需控制，依靠电路中的电压切换开通和截止两种状态，具有开关速度快、开关时间特短的优势，从而使得可以快速且精准地控制电阻元件的投切状态，进而达到储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准的效果。

[0031] 在其中一个实施例中，第三电阻的阻值大于第四电阻的阻值。

[0032] 本申请实施例中通过设置第三电阻的阻值大于第四电阻的阻值，可以使得对储能单元处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行较大程度的抑制，在储能单元处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流的抑制程度可以较小。这样，通过设置第三电阻和第四电阻为不同的阻值实现对储能单元处于充电状态和放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行区别抑制，以提高对储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[0033] 在其中一个实施例中，电阻元件的阻值范围包括 10 欧姆（mΩ）-500mΩ。

[0034] 本申请实施例中，将电阻元件的取值范围设置在 10mΩ-500mΩ，使得电阻元件与高压直挂储能系统场景下的第一电容的容值、储能单元中的等效杂散电感的电感值以及储能单元中的等效内阻的阻值相匹配，从而可以对高压直挂储能系统场景能阀子模块的欠阻尼振荡进行精准抑制。

[0035] 在其中一个实施例中，储能阀子模块还包括第二电容，第二电容与阻容支路并联。

[0036] 本申请实施例中，通过在阻容支路旁整体并联一个第二电容，使得可以降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力，如此，降低了功率变换单元中功率器件因为过电压应力过大而发生失效的风险，从而增加了功率变换单元中功率器件的工作可靠性，进一步增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0037] 在其中一个实施例中，第二电容包括缓冲电容。

[0038] 在其中一个实施例中，储能阀子模块还包括缓冲电容，缓冲电容与阻容支路并联。

[0039] 本申请实施例中，通过在阻容支路旁整体并联一个缓冲电容，使得可以降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力，如此，降低了功率变换单元中功率器件因为过电压应力过大而发生失效的风险，从而增加了功率变换单元中功率器件的工作可靠性，进一步增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0040] 在其中一个实施例中，第二电容的容值小于第一电容的容值。

[0041] 本申请实施例中，通过设置第二电容的容值小于第一电容的容值，使得在储能阀子模块投入时刻，第二电容通高频电流和第一电容通高频电流之间也进行了一定区分。且因为第二电容的容值远小于第一电容的容值，降低了因第二电容的容值过大加剧储能阀子模块的欠阻尼振荡程度，使得在降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力的同时减小了产生额外影响的风险，从而增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0042] 在其中一个实施例中，缓冲电容的容值小于直流支撑电容的容值。

[0043] 本申请实施例中，通过设置缓冲电容的容值小于直流支撑电容的容值，使得在储能阀子模块投入时刻，缓冲电容通高频电流和直流支撑电容通高频电流之间也进行了一定区分。且因为缓冲电容的容值远小于直流支撑电容的容值，降低了因缓冲电容的容值过大加剧储能阀子模块的欠阻尼振荡程度，使得在降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力的同时减小了产生额外影响的风险，从而增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0044] 在其中一个实施例中，第二电容的容值范围包括 10 微法（uF）~300uF。

[0045] 本申请实施例中设置第二电容的容值范围包括 10uF~300uF，这样既可以在高压直挂储能场景下使得降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力的同时，还降低对储能阀子模块整体拓扑产生额外的影响，增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0046] 在其中一个实施例中，缓冲电容的容值范围包括 10uF~300uF。

[0047] 本申请实施例中设置缓冲电容的容值范围包括 10uF~300uF，这样既可以在高压直挂储能场景下使得降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力的同时，还降低对

储能阀子模块整体拓扑产生额外的影响，增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[0048] 在其中一个实施例中，储能阀子模块还包括旁路电路，旁路电路与储能阀子模块并联。

[0049] 本申请实施例中，通过在储能阀子模块接入高压直挂储能系统主回路的端口之间设置旁路电路，使得可以在储能阀子模块存在故障的情况下，将储能阀子模块切出高压直挂储能系统，提高了高压直挂储能系统的运行稳定性和安全性。

[0050] 在其中一个实施例中，储能阀子模块的投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗成正相关。

[0051] 本申请实施例通过上述储能阀子模块的投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗成正相关的特性，设定储能阀子模块在高压直挂储能系统中单次投切时等效投切开关频率，使得可以以较低的等效投切开关频率对储能阀子模块进行投切，从而降低了储能阀子模块的损耗，提高了储能阀子模块应用的经济性与安全性。

[0052] 在其中一个实施例中，功率变换单元中的功率器件的关断电流变化率和功率器件的驱动电路中驱动器件的参数值成反相关。

[0053] 本申请实施例中通过功率变换单元中功率器件的关断电流变化率和功率器件的驱动电路中驱动器件的参数值成反相关的特性，可以实现降低功率变换单元中功率器件的关断电流变化率，从而使得进一步降低功率变换单元中功率器件的关断过电压，使得可以极大地降低功率变换单元中功率器件因过电压应力过大而发生失效的问题，从而增加了功率变换单元的工作可靠性。

[0054] 在其中一个实施例中，驱动器件的参数值包括驱动电路中门极关断电阻的电阻值，和/或，驱动电路中门极电容的容值。

[0055] 第二方面，本申请实施例提供一种高压直挂储能系统，该高压直挂储能系统包括上述第一方面任一实施例中提供的储能阀子模块。

[0056] 上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本申请的具体实施方式。

附图说明

[0057] 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。在附图中：

[0058] 图 1 为一种实施例中高压直挂储能系统的架构示意图；

[0059] 图 2 为一种实施例中储能阀子模块的拓扑示意图；

[0060] 图 3 为一个实施例中储能阀子模块内储能单元的等效杂散电感和等效内阻示意图；

[0061] 图 4 为另一个实施例中储能阀子模块的拓扑示意图；

[0062] 图 5 为另一个实施例中储能阀子模块的拓扑示意图；

[0063] 图 6 为一个实施例中储能阀子模块内功率变换单元的实现结构示意图；

[0064] 图 7 为另一个实施例中储能阀子模块内功率变换单元的实现结构示意图；

[0065] 图 8 为一个实施例中储能阀子模块内抑制电路的实现结构示意图；

[0066] 图 9 为一个实施例中储能阀子模块内增加抑制电路后的等效网络示意图；

[0067] 图 10 为另一个实施例中储能阀子模块内抑制电路的实现结构示意图；

[0068] 图 11 为一个实施例中抑制电路中开关电路的实现结构示意图；

[0069] 图 12 为另一个实施例中储能阀子模块内抑制电路的实现结构示意图；

[0070] 图 13 为另一个实施例中储能阀子模块内抑制电路的实现结构示意图；

[0071] 图 14 为一个实施例中储能阀子模块内增加第二电容的结构示意图；

[0072] 图 15 为一个实施例中功率变换单元中功率器件的驱动电路示意图；

[0073] 图 16 为一个实施例中储能阀子模块内增加旁路电路的结构示意图。

[0074] 附图标记：

[0075] 10： 功率变换单元；

[0076] 20： 第一电容；

[0077] 30： 储能单元；

[0078] 40： 抑制电路；

[0079] 401： 电阻元件；

[0080] 402： 开关电路；

[0081] 50： 第二电容；

[0082] 60： 旁路电路。

具体实施方式

[0083] 下面将结合附图对本申请技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本申请的保护范围。

[0084] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。在本申请实施例的描述中，技术术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等仅用于区别不同对象，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量、特定顺序或主次关系。在本申请实施例的描述中，“多个”的含义是两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0085] 在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0086] 在本申请实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，技术术语“连接”等术语应做广义理解，例如，可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请实施例中的具体含义。

[0087] 高压直挂储能系统是一种新型储能系统，其利用模块化多电平级联技术，级联了多个储能阀子模块，可以同时实现交直流功率转换和能量储存，具有模块化程度高、谐波特性好等优势，因此其越来越广泛地应用于电网中。高压直挂储能系统中每个储能阀子模块均包括储能单元，而储能单元中包括电池组。实际应用中，可以通过对级联的各储能阀子模块进行控制，从而实现各储能阀子模块中储能单元的充放电。

[0088] 图 1 为一种高压交流直挂储能系统架构示意图，以三相电网 A、B、C 的直挂储能系统示例。如图 1 所示，高压直挂储能系统包括 A、B、C 三相储能级联链，每相储能级联链上包括一个桥臂电抗器和 m 个储能模块。其中，三相储能级联链上的储能模块分别以 SM1#m、SM2#m、SM3#m 表示，m 为 1、2、3、...、n。在其他实施例中，如高压直流直挂储能系统中，也可以由换流阀将三相交流电变换为直流电，储能阀直接挂在直流电网，以及储能阀中包括多个储能阀子模块等等均可。

[0089] 相关技术中，高压直挂储能系统中储能阀子模块的拓扑如图 2 所示，包括功率变换单元 10、第一电容 20 和储能单元 30，其中，图 2 中的 S1 和 S2 表示两个连接端口，每个储能阀子模块需要通过 S1 和 S2 两个连接端口接入高压直挂储能系统的主回路，以通过主回路连接到高压电网上，此处连接关系可参见图 1 中的 S1 和 S2。

[0090] 通常，储能单元内部存在较大的等效内阻和等效杂散电感，该等效内阻和等效杂散电感不仅来源于储能单元内部的连接排，还有整个储能阀子模块拓扑中连接储能单元与功率变换单元的汇流排。在储能单元以图 2 示意的方式连接后，储能单元内部的等效电阻和等效杂散电感以及第一电容等效成一个并联的 RLC 网络。储能阀子模块在整个高压直挂储能系统中的模式包括投入状态和切除状态两种，而储能阀子模块在进行投切状态切换时，高压直挂储能系统主回路上的电流进入储能阀子模块中，该电流对于 RLC 网络而言可以视为一个阶跃的电流源激励。请参见图 3，图 3 为储能阀子模块拓扑等效的并联 RLC 网络示意图，其中，L 表示等效杂散电感，Rdc 表示等效内阻，I/P 表示阶跃的电流源激励，且图 3 中未示意储能阀子模块中的功率变换单元。

[0091] 由于等效杂散电感较大，导致储能阀子模块中等效杂散电感 L 的感抗与第一电容的容抗不匹配。在此情况下，一旦在该阶跃的电流源激励 I/P 下，等效杂散电感 L 的感抗和第一电容的容抗之间的不匹配就会造成整个 RLC 网络发生欠阻尼振荡，构成一个欠阻尼网络，从而造成第一电容与储能单元发生欠阻尼振荡。

[0092] 该欠阻尼振荡对储能阀子模块可能带来一定的危害，包括但不限于是储能单元过流，造成储能单元损坏、劣化、寿命降低；且储能阀子模块中电容电流增加，例如可以增加约 30%左右，这会造成电容器重量、体积及成本升高；而储能阀子模块若运行过程中若长期处于过流状态，也会对储能阀子模块中的电气件造较大的电流应力等等。从而影响储能阀子模块的工作可靠性。

[0093] 对此，可以通过对储能阀子模块增大储能阀子模块中电容的容值、降低杂散电感、增加电阻等至少一种方式来解决。但是考虑到储能单元中等效杂散电感的主要来源是储能单元内部的连接排以及连接储能单元与功率变换单元的汇流排，因此这是难以降低的。且储能单元中等效内阻主要来源于内部大量的串并联电芯的内阻，该等效内阻的阻值较低，使得该等效内阻随充放电频率波动较大，因此该等效内阻也不足以平抑欠阻尼振荡；而如果在高压直挂储能系统的主回路上增加电阻，由于高压直挂储能系统中储能的充放电电流高达上千安培，即使增加毫欧级的电阻也会造成巨大的损耗，从而导致大幅温升，会对储能单元的散热设计及寿命造成影响；若通过增加储能阀子模块中电容的电容抑制振荡，则需要将电容的容值增加到几百 mF，而电容容值的增加伴随的是电容的体积、重量和成本也会相应增加，导致对储能阀子模块的适用性和便捷性带来一定的影响。

[0094] 综合以上考虑，目前还无法通过调整储能阀子模块中参数来抑制欠阻尼振荡。基于此，本申请实施例通过对储能阀子模块的拓扑进行改进，在储能阀子模块中增加欠阻尼振荡抑制电路，以该抑制电路抑制了整个储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，使得可以大大地减小储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，达到抑制欠阻尼振荡电流的效果，使得欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害大幅降低，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

[0095] 下面通过具体的实施例对本申请提供的储能阀子模块的详细实现过程进行说明。如图 4 所示，为本申请实施例提供了一种储能阀子模块的拓扑示意图。该储能阀子模块包括功率变换单元 10、第一电容 20、抑制电路 40 和储能单元 30，抑制电路 40 与第一电容 20 串联构成阻容支路，阻容支路分别与功率变换单元 10 和储能单元 30 并联。

[0096] 本申请实施例中，储能阀子模块泛指的是储能系统中的任意一个子模块，其中，该储能系统对于电网系统潮流而言，可以调节潮流方向或大小，类似阀的作用，又称储能阀。但需要强调的是，本申请实施例中将储能系统中的子模块称为储能阀子模块，这只是储能系统中各子模块的一种代称示例，并不用做对各个子模块功能、结构或者使用场景等方面的限定，因此，在应用中也可以根据其实际需求称为储能子模块、充放电子模块、子模块等等，本申请对储能系统中各子模块的名称不作限定。

[0097] 本申请实施例中，在储能阀子模块中第一电容 20 所在的支路上串联了一个抑制电路 40，构成阻容支路，该阻容支路与功率变换单元 10 和储能单元 30 均并联。可以理解的

是，图 4 中仅是其中一种连接方式的示例，在一些场景中，阻容支路还可以以如图 5 所示的方式进行连接。

[0098] 在一个实施例中，第一电容 20 包括直流支撑电容。其中，直流支撑电容是指位于模块直流端，具有较大容值，用于支撑模块电压或者抑制电压波动的电容器。

[0099] 则该储能阀子模块包括功率变换单元、直流支撑电容、抑制电路和储能单元，抑制电路与直流支撑电容串联构成阻容支路，阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联。

[00100] 在储能阀子模块中，功率变换单元 10 主要是通过不同的通路实现储能单元 30 在充放电状态下的投入和切除两种工作模式。功率变换单元 10 的实现可以是功率半导体器件构成的半桥电路，也可以是功率半导体器件构成的全桥电路，还可以是功率半导体器件构成的类全桥电路等等。

[00101] 一种实施例中，如图 6 所示，示意一种功率变换单元 10 的实现方式。需要说明的是，图 6 以及本申请实施例后续实施例的附图将均以图 4 的连接方式为基础进行示意。图 6 示意的是一种功率半导体器件构成的半桥电路，其中 T1 和 T2 均为功率器件，例如，可以是绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor，IGBT)实现。

[00102] 另一种实施例中，如图 7 所示，示意另一种功率变换单元 10 的实现方式。图 7 示意的是一种全桥电路，其中 T1、T2、T3 和 T4 均为功率器件，也均可以是 IGBT 实现。

[00103] 另外，以功率变换单元 10 中的功率器件是 IGBT 为例，因为 IGBT 属于开关管，所以图 6 和图 7 中的 IGBT 的栅极都连接有一个驱动电路，主要用于驱动 IGBT 的导通和关断。但为了便于清楚突出示意重点，本申请实施例对 IGBT 的栅极连接的驱动电路未示意。

[00104] 在实际工作时，储能阀子模块中储能单元 30 分为充电状态下的投入模式和切除模式，以及放电状态下的投入模式和切除模式。以图 6 为例，结合电路示意图对以上投入模式和切除模式下的工作原理进行说明，具体地如下：

[00105] （1）储能单元 30 处于充电状态的投入模式：该模式下，关断 T2 管，D2 和 T1 管因为反向电压也不导通，则高压直挂储能系统主回路上的电流从 S1 端口进入通过 D1 进入储能单元 30 再经过 S2 端口流出形成回路，使得储能单元 30 可以实现充电。

[00106] （2）储能单元 30 处于充电状态的切除模式： 该模式下，导通 T2 管，由于管 T2 导通时其上的压降非常低，此时主回路上的电流从 S1 端口进入后就会直接从 T2 经过再从 S2 端口流出形成回路，将储能单元 30 从主回路中切除出去，不再充电。此时因为储能单元 30 上有电压，所以 D1 被反向电压钳位，处于截止状态。

[00107] （3）储能单元 30 处于放电状态的投入模式：此模式下，T2 管、D2 以及 D1 均不导通，而 T1 管导通，则高压直挂储能系统主回路上的电流从 S2 端口直接进入储能单元 30 后经过 T1 管后从 S1 端口流出形成回路，使得储能单元 30 处于放电状态。

[00108] （4）储能单元 30 处于放电状态的切除模式：此模式下，T2 管、D2 以及 T1 均不导通，高压直挂储能系统主回路上的电流从 S2 端口进入经过 D2 直接凶 S1 端口流出形成回路，将储能单元 30 完全从主回路中切除出去，不再放电。

[00109] 基于上述功率变换单元 10 的工作原理说明可知，之所以前面提及储能阀子模块在进行投切状态切换时，高压直挂储能系统主回路上的电流进入储能阀子模块中，该电流对于整个储能阀子模块而言可以视为一个阶跃的电流源激励，正是因为储能阀子模块在进行投切状态切换时是需要通过功率变换单元 10 中 IGBT 开通或关断实现的，而 IGBT 开通或关断的速度极快，因此，在 IGBT 开通后从主回路涌入进来的电流就形成一个阶跃的电流源激励。在此阶跃的电流源激励下，第一电容 20 的容抗与储能阀子模块中等效杂散电感的感抗之间不匹配造成了储能阀子模块在投切状态切换时发生欠阻尼振荡。那么要抑制此欠阻尼振荡，则是要尽量降低第一电容 20 的容抗与等效杂散电感的感抗之间不匹配，即实质上就是抑制储能阀子模块产生的欠阻尼振荡电流。

[00110] 由于第一电容 20 在储能阀子模块中的功能包括但不限于是滤除 IGBT 开关时的高频谐波，构建功率器件换流回路等，属于储能阀子模块中不可或缺的关键部分，而等效杂散电感也是储能阀子模块中不可或缺的储能单元 30 带来的，所以容抗和感抗如本申请实施例前文所提及的无法实现调整。而第一电容 20 和储能单元 30 等效的 RLC 网络的阻抗除了容抗和感抗构成的电抗以外还有电阻，由此，本申请实施例通过增加抑制电路 40 调整该 RLC 网络的阻抗值中电阻，使得该 RLC 网络处于过阻尼状态，抑制了 RLC 网络的欠阻尼振荡现象，从而实现对欠阻尼振荡电流的抑制。

[00111] 在一些实施例中，该抑制电路 40 可以包括电阻元件。即本申请实施例中的抑制电路 40 可以通过电阻元件实现。通过电阻元件提供抑制储能阀子模块在投入时刻产生的欠阻尼振荡电流所需的阻值，不仅经济性高且使用方便简单，极大地降低了对储能阀子模块的整体功能产生的额外影响。

[00112] 实际应用中，本申请实施例中电阻元件可以是通过任何有阻值的器件通过任何一种连接方式实现，例如，可以是通过电阻实现，又或者，可以是通过一些含有阻值的无源器件实现等等。

[00113] 本申请实施例提供的储能阀子模块，通过在储能阀子模块中增加欠阻尼振荡的抑制电路，该抑制电路与第一电容串联，且抑制电路与第一电容串联构成的阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联，由于该抑制电路可以通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，这样大大地减小了储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，达到抑制欠阻尼振荡电流的效果，使得欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害大幅降低，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

[00114] 自然地，在第一电容是直流支撑电容的情况下，该储能阀子模块中的抑制电路与直流支撑电容串联，且抑制电路与直流支撑电容串联构成的阻容支路分别与功率变换单元和储能单元并联，这样，该抑制电路可以通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，大大地减小了储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，达到抑制欠阻尼振荡电流的效果，使得欠阻尼振荡电流对储能阀子模块带来的危害大幅降低，从而提高了储能阀子模块的可靠性。

[00115] 如图 8 所示，本申请实施例以上述以电阻元件为例，对上述抑制电路 40 的实现方式进行详细说明。其中，为了方便示意，图 8 中以电阻元件 401 示例，通过在第一电容 20 的支路上增加电阻元件 401 改变整个储能阀子模块的欠阻尼状态，以抑制欠阻尼振荡电流。实际应用中，可根据需求设置该电阻元件 401，可以包括单一电阻，或多个电阻的串并联组合等方式实现。

[00116] 无论抑制电路 40 的实现方式是哪一种，若要达到通过调整储能阀子模块中阻抗的电阻值抑制储能阀子模块在投切状态切换时刻产生的欠阻尼振荡电流，就需要对电阻元件 401 的电阻值进行精确设计。该电阻元件 401 的电阻值需要能够将储能阀子模块在投切状态切换时刻整个网络中产生的电流不超过储能单元 30 的耐受电流，这样才能使得整个网络处于临界阻尼或者过阻尼的状态。

[00117] 如图 9 所示，图 9 为结合上述图 3 和上述图 8 形成的储能阀子模块中串入阻尼电阻后的等效网络示意图。

[00118] 根据基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律，对图 9 的等效网络进行模型建立可得如下二阶微分方程：

[00119] $$\mathrm{LC}\frac{d^2u_c}{dt^2}+\left(R_c+R_1\right)C\frac{du_c}{dt}+u_c=i_S*R_1+OCV \qquad \text{公式 1}$$

[00120] 其中，上述二阶微分方程中，L 表示储能单元 30 中等效杂散电感值，C 表示第一电容 20 上容值，Rc 表示抑制电路 40 中电阻元件 401 的阻值，R1 表示储能单元 30 中等效

内阻 Rdc 的阻值，u_c 表示第一电容 20 上电压，自然地，$C\frac{du_c}{dt}$ 表示第一电容 20 上的电流，i_s 表示储能阀子模块投入时刻进入储能单元 30 的电流，OCV 表示储能阀子模块在稳态情况下第一电容 20 上的起始电压，且由于主回路上的阶跃电流还没进入储能阀子模块时储能阀子模块处于稳态，这种稳态下电容是不通直流的，相当于断路，因此 OCV 可以理解为储能单元 30 上的电压。

[00121] 对上述二阶微分方程解得特征方程通解为：

[00122] $$LCp^2+(R_C+R_1)Cp+1=0 \qquad \text{公式 2}$$

[00123] 其中，公式 2 为一个齐次方程，p 表示上述公式 1 中的 $\frac{du_c}{dt}$。由此，根据公式 2 可得，电阻元件 401 的阻值与储能阀子模块中第一电容 20 的容值、储能阀子模块中的等效杂散电感 L 的电感值以及储能阀子模块中的等效内阻 Rdc 的阻值相关。

[00124] 也即，可以基于实际应用中，储能阀子模块中第一电容 20 的容值、储能阀子模块中储能单元 30 的等效杂散电感 L 的电感值以及储能单元 30 的等效内阻 Rdc 的阻值这些具体取值，代入上述公式 2 计算得出电阻元件 401 的阻值。

[00125] 例如，在高压直挂储能系统场景下，若第一电容 20 的容值为 mF 级，储能单元 30 中的等效杂散电感 L 的电感值为 μH 级，储能单元 30 中的等效内阻 Rdc 的阻值为 1mΩ至 10mΩ级。且在此条件下，若要求储能阀子模块整个网络在投切模式切换时刻网络呈过阻尼状态，则结合上述公式 2 可得电阻元件 401 的阻值范围为 10mΩ-500mΩ之间，例如，电阻元件 401 的阻值可以取 50mΩ、100mΩ、150mΩ等等，此处不在一一列举，只要处于取值范围均可。

[00126] 本申请实施例中，将电阻元件的取值范围设置在 10mΩ-500mΩ，使得电阻元件与高压直挂储能系统场景下，第一电容的容值，储能单元中的等效杂散电感的电感值以及储能单元中的等效内阻的阻值相匹配，从而可以对高压直挂储能系统场景能阀子模块的欠阻尼振荡进行精准抑制。

[00127] 本申请实施例中，基于储能阀子模块中内的基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律，构建了储能阀子模块拓扑网络模型的二阶微分方程，并对该二阶微分方程求解，以此得出了储能单元的等效杂散电感、储能单元的等效内阻、第一电容和电阻元件之间的函数关系，然后实际应用中的第一电容的容值、储能单元的等效杂散电感值、储能单元的等效内阻值代入该函数关系中进行求解，即可得到电阻元件的阻值。由于是基于增加了电阻元件的储能阀子模块构建的二阶微分方程，使得该二阶微分方程可以精准地反映储能阀子模块整个拓扑的特征，如此便可精准地计算出电阻元件的阻值，从而可以有效地抑制储能阀子模块中的产生的欠阻尼振荡电流。

[00128] 另外，考虑到储能阀子模块中的欠阻尼振荡电流除了在储能单元 30 充电状态下的投入时刻会产生，也可能在储能单元 30 放电状态的投入时刻也会产生，对此，本申请实施例中提供一种方式，可以实现对储能单元 30 在充电状态和放电状态不同情况下的欠阻尼振荡的精准抑制。

[00129] 在一个实施例中，抑制电路 40 还包括开关电路 402，开关电路 402 用于控制电阻元件的投切状态。

[00130] 对于开关电路 402 与上述电阻元件 401 之间的连接方式，本申请实施例提供了三种方式，下面分别对该三种方式进行详细说明。

[00131] 如图 10 所示，在其中一个实施例中，开关电路 402 与电阻元件 401 并联。

[00132] 开关电路 402 的功能是用于控制电阻元件 401 在储能阀子模块中的投切状态的。即通过在电阻元件 401 旁并联开关电路 402，在储能单元 30 处于充电状态的情况下，开关电路 402 断开以使电阻元件 401 处于投入状态；在储能单元 30 处于放电状态的情况下，开关电路 402 导通以使电阻元件 401 处于切出状态。

[00133] 其中，电阻元件 401 处于投入状态时，开关电路 402 断开，此情况下主回路上的电流会经过电阻元件 401，以实现对储能单元 30 在充电状态下的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。同理，电阻元件 401 处于切出状态时，开关电路 402 导通，此情况下主回路上的电流会经过开关电路 402，相当于电阻元件 401 上几乎没有电流经过，被开关电路 402 短路，使得此情况没有对储能单元 30 在放电状态下的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。

[00134] 如图 11 所示，以开关电路 402 是二极管为例示意的抑制电路 40，二极管的开关特性，使得在储能单元 30 在充电状态下二极管处于截止状态，所以在投入时刻主回路的电流只能从电阻元件 401 上通过，而当储能单元 30 处于放电状态下，二极管处于导通状态，电阻元件 401 被短路，在投入时刻主回路上的电流直接从二极管上流过。采用二极管实现开关电路，二极管属于无需控制，依靠电路中的电压切换开通和截止两种状态，具有开关速度快、开关时间特短的优势，从而使得可以快速且精准地控制电阻元件的投切状态，进而达到储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准的效果。

[00135] 需要说明的是，开关电路为二极管的情况下，其连接时的正负极方向并不唯一，可根据需导通的电阻所在回路设置的二极管的位置以及二极管的正负极连接方向。另外，上述二极管只是一种举例，若开关电路采用的是没有方向性的开关时，则仅需考虑需导通的电阻所在回路来控制开关电路的导通和关断即可。

[00136] 本申请实施例中在电阻元件旁并联开关电路，通过开关电路的开通和关断实现电阻元件在储能阀子模块中的是处于投入还是被切出，只有在投入到储能阀子模块中工作，才可实现对储能单元相应状态下投入时刻产生的的欠阻尼振荡的抑制，从而提高了储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[00137] 以上是以电阻元件 401 中包括一个电阻和开关电路 402 中包括一个开关实现储能单元 30 充电和放电不同过程的欠阻尼振荡的精准抑制的实施例，还可以通过电阻元件 401 中多个电阻和开关电路 402 中包括多个开关实现储能单元 30 充电和放电不同过程的欠阻尼振荡的精准抑制。

[00138] 则在一个实施例中，如图 12 所示，上述电阻元件 401 包括相互串联的第一电阻 R1 和第二电阻 R2，开关电路 402 还包括第一开关 D5 和第二开关 D6，第一开关 D5 与第一电阻 R1 并联，第二开关 D6 与第二电阻 R2 并联。在一些实施例中，第一开关 D5 和/或第二开关 D6 为二极管。

[00139] 为便于说明，图 12 是以第一开关以二极管 D5、第二开关以二极管 D6，第一电阻以 R1，第二电阻以 R2 为例进行的示意。需要说明的是，实际应用中，第一开关 D5 和第二开关 D6 同时为二极管，也可以是第一开关 D5 和第二开关 D6 中其中一个为二极管。

[00140] 与上述原理相同，图 12 中，在储能单元 30 处于充电状态的情况下，一旦储能阀子模块被投入的时刻，第一开关 D5 反向截止，第二开关 D6 正向导通，主回路上的电流会经过第一电阻 R1 再经过第二开关 D6，此情况下相当于只有第一电阻 R1 处于投入状态，而第二电阻 R2 是被切出的，所以第一电阻 R1 可以实现对储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。

[00141] 在储能单元 30 处于放电状态的情况下，一旦储能阀子模块被投入的时刻，第一开关 D5 正向导通，第二开关 D6 反向截止，主回路上的电流会经过第二电阻 R2 再经过第一开关 D5，此情况下相当于只有第二电阻 R2 处于投入状态，而第一电阻 R1 是被切出的，所以第二电阻 R2 可以实现对储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。

[00142] 同样，本实施例中第一开关 D5 和第二开关 D6 以二极管示例时，其连接时的正负极方向并不唯一，可根据需导通的电阻所在回路设置的二极管的位置以及二极管的正负极连接方向。

[00143] 基于上述工作过程，可以根据实际需求，例如，储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流程度大于储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流，设定对储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行较大程度的抑制，而对储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流的抑制程度可以较小。基于此，一种实施例中，第一电阻 R1 的阻值大于第二电阻 R2 的阻值，即电阻阻值越大，对欠阻尼振荡电流的抑制程度越强，这样通过设置第一电阻 R1 和第二电阻 R2 为不同的阻值实现对储能单元 30 处于充电状态和放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行区别抑制，以提高对储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[00144] 在一个实施例中，如图 13 所示，电阻元件 401 包括相互并联的第三电阻 R3 和第四电阻 R4，开关电路 402 还包括第三开关 D7 和第四开关 D8，第三开关 D7 与第三电阻 R3 串联，第四开关 D8 与第四电阻 R4 串联。在一些实施例中，第三开关 D7 和/或第四开关 D8 为二极管。

[00145] 同样，为便于说明，图 13 中是以第三开关是二极管 D7、第四开关是二极管 D8，第三电阻是 R3，第四电阻是 R4 为例进行的示意。

[00146] 需要说明的是，图 13 中第二电阻 R4 还可以与第四开关 D8 位置互换，两种方式实质等同，且同上述一样，实际应用中，第三开关 D7 和第四开关 D8 同时为二极管，也可以是第三开关 D7 和第四开关 D8 中其中一个为二极管。自然地，在第三开关 D7 和第四开关 D8 为二极管的情况下，若第二电阻 R4 和第二开关 D8 位置互换，那么作为开关的二极管的正负极也随之可以改变连接方向，即本申请实施例中，第三开关 D7 和第四开关 D8 以二极管示例时其连接时的正负极方向并不唯一，可根据需导通的电阻所在回路设置的二极管的位置以及二极管的正负极连接方向。

[00147] 与上述原理相同，图 13 中，在储能单元 30 处于充电状态的情况下，一旦储能阀子模块被投入的时刻，第三开关 D7 正向导通，第四开关 D8 反向截止，主回路上的电流会经过第三电阻 R3 再经过第三开关 D7 流出，此情况下相当于只有第三电阻 R3 处于投入状态，而第四电阻 R4 是被切出的，所以第三电阻 R3 可以实现对储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。

[00148] 在储能单元 30 处于放电状态的情况下，一旦储能阀子模块被投入的时刻，第三开关 D7 反向截止，正向导通，主回路上的电流会经过第四开关 D8 再经过第四电阻 R4 流出，此情况下相当于只有第四电阻 R4 处于投入状态，而第三电阻 R3 是被切出的，所以第四电阻 R4 可以实现对储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行抑制。

[00149] 基于上述工作过程，可以根据实际需求，例如，储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流程度大于储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流，设定对储能单元 30 处于充电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行较大程度的抑制，而对储能单元 30 处于放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流的抑制程度可以较小。基于此，一种实施例中，第三电阻 R3 的阻值大于第四电阻 R4 的阻值，即电阻阻值越大，对欠阻尼振荡电流的抑制程度越强，这样通过设置第三电阻 R3 和第四电阻 R4 为不同的阻值实现对储能单元 30 处于充电状态和放电状态的投入时刻产生的欠阻尼振荡电流进行区别抑制，以提高对储能阀子模块的欠阻尼振荡的抑制精准度。

[00150] 本申请实施例中在储能阀子模块中增加两个电阻，然后通过增加两个不同的开关分别控制该两个电阻在储能阀子模块中的投切状态，两个电阻在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下仅会投入一个，在此基础上，两个电阻的阻值不同，使得在储能单元充电状态下或者在储能单元处于放电状态下所能够抑制的欠阻尼振荡程度都也不同，如此，使得储能单元在充电和放电不同状态下的欠阻尼振荡的抑制更加精准。

[00151] 在对储能阀子模块中的第一电容 20 串联了抑制电路 40 后，由于抑制电路 40 中的电阻，会导致功率变换单元 10 中的 IGBT 关断时的过电压应力相应增加。其中，在同样的 IGBT 开关 di/dt（单位时间内的关断电流变化率）值下， IGBT 关断时的过电压 U 会按照 U= L*di/dt + i*R 增加；其中，R 表示电阻元件自身存在的阻值，L 表示电阻元件自身存在的杂散电感。

[00152] 基于此，本申请实施例通过在阻容支路旁整体并联一个第二电容来降低 IGBT 关断时刻的过电压应力。如图 14 所示，在一个实施例中，储能阀子模块还包括第二电容 50，第二电容 50 与阻容支路并联。

[00153] 需要说明的是，图 14 示意的第二电容 50 连接方式仅是一种示例。实际应用中，第二电容 50 既可以如图 14 示意的整体并联在功率变换单元 10 与阻容支路之间；也可以整体并联在阻容支路与储能单元 30 之间。当然，若阻容支路是按照前述图 5 所示的方式并联在储能单元 30 后面，那第二电容 50 还可以在图 5 示意图基础上整体并联在阻容支路后面，或者，储能单元 30 与阻容支路之间。

[00154] 在一个实施例中，第二电容 50 包括缓冲电容，即第二电容 50 在储能阀子模块中的功能主要是用来缓冲储能阀子模块在投入时刻的电流中的高频电流，使得 IGBT 关断时刻的关断电流变化率降低，从而降低 IGBT 关断时刻的过电压应力。

[00155] 在一个实施例中，第二电容 50 的容值小于第一电容 20 的容值。

[00156] 通过设置第二电容 50 的容值远小于第一电容 20 的容值，使得在储能阀子模块投入时刻，第二电容 50 通高频电流和第一电容 20 通高频电流之间也进行了一定区分，比如，第二电容 50 主要通电流中的高频分量，第一电容 20 主要通过电流中低频分量。

[00157] 在实际应用中，第二电容 50 的容值在确定时，其确定过程可以通过电路仿真实现，在仿真时不仅需要考虑 IGBT 关断时刻的过电压能力，还需考虑第二电容 50 的容值过大时是否会加剧储能阀子模块的欠阻尼振荡程度，因此需要将第二电容 50 的容值设定到不与储能阀子模块中其他器件产生欠阻尼振荡的范围内。

[00158] 在一些实施例中，该第二电容 50 的电容容值可以为次 mF 级。例如，第二电容 50 的容值范围包括 10uF~300uF。又例如，在第二电容 50 是缓冲电容情况下，缓冲电容的容值范围包括 10uF~300uF。其中，该容值范围可以是在高压直挂场景下的取值范围，在第二电容 50 以该范围取值的情况下，可以使得降低 IGBT 关断时刻的过电压应力的同时，降低了对储能阀子模块整体拓扑产生的额外影响。

[00159] 其中，本申请实施例中，第二电容 50（以缓冲电容为例）的数量可以是一个缓冲电容，也可以是 N 个缓冲电容的并联组合，N 可以是大于或等于 1 的正整数，例如，2、3、5、8、10、20、50、100 等等，本申请实施例对缓冲电容的具体数量不作限定。

[00160] 本申请实施例中，通过在阻容支路旁整体并联一个第二电容，使得可以降低 IGBT 关断时刻的过电压应力，降低了 IGBT 因为过电压应力过大而发生失效的风险，从而增加了 IGBT 的工作可靠性，进一步增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[00161] 示例地，第一电容 20 是直流支撑电容，第二电容 50 是缓冲电容，则缓冲电容的容值小于直流支撑电容的容值。这样，通过设置缓冲电容的容值小于直流支撑电容的容值，使得在储能阀子模块投入时刻，缓冲电容通高频电流和直流支撑电容通高频电流之间也进行了一定区分。且因为缓冲电容的容值远小于直流支撑电容的容值，降低了因缓冲电容的容值过大加剧储能阀子模块的欠阻尼振荡程度，使得在降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力的同时减小了产生额外影响的风险，从而增加了储能阀子模块的工作可靠性。

[00162] 且，该储能阀子模块中包括的缓冲电容与阻容支路并联。这样，通过在阻容支路旁整体并联一个缓冲电容，使得可以降低功率变换单元中功率器件关断时刻的过电压应力，如此，降低了功率变换单元中功率器件因为过电压应力过大而发生失效的风险，从而增加了功率变换单元中功率器件的工作可靠性，进一步增加了储能阀子模块的工作可靠

性。

[00163] 上述实施例中是通过并联第二电容 50 来降低 IGBT 关断时刻的过电压应力，但实际应用中，在储能阀子模块中接入抑制电路 40 后，由于抑制电路 40 的电阻值会使得 IGBT 存在较大的关断过电压，仅靠第二电容 50 可能无法完全抵消 IGBT 关断过电压应力。因此，本申请实施例还提供一种方式可以实现降低 IGBT 关断 di/dt，从而进一步降低 IGBT 的关断过电压，使得可以降低 IGBT 因过电压应力过大而发生失效的风险。

[00164] 具体地，储能阀子模块的功率变换单元 10 的是以 IGBT 实现的，结合前面实施例的说明可知，每个功率变换单元 10 中的 IGBT 的栅极都是连接有驱动电路的，通过驱动电路驱动 IGBT 的开通和关断。在一些实施例中，驱动电路中驱动器件的参数值与 IGBT 的关断电流变化率成反相关。即本申请实施例可以通过增加驱动器件的参数值来实现降低 IGBT 关断 di/dt（即关断电流变化率）。

[00165] 如图 15 所示，图 15 为一种 IGBT 驱动电路示意图。为清楚说明，图 15 中仅示出了其中一个 IGBT 连接驱动电路的示意图。图 15 中，Rgon 表示门极开通电阻，Rgoff 表示门极关断电路，Cg 表示门极电容，通过 Rgon、Rgoff、二极管 D1 和 D2，以及门极电容 Cg 实现对 IGBT 的开通和关断。

[00166] 鉴于是需要降低 IGBT 关断时的 di/dt，因此，一种实施例中上述增加驱动器件的参数值可以是增大门极关断电阻 Rgoff 的阻值，和/或，增加门极电容 Cg 的容值，即对门极关断电阻 Rgoff 和门极电容 Cg 两者中任一个参数值进行增加，也可以是两个都增加等，均可实现降低 IGBT 关断时的 di/dt。

[00167] 实际应用中，在计算具体需要对门极关断电阻 Rgoff 和门极电容 Cg 增加的具体值时可以基于 IGBT 规格来确定，不同的 IGBT 规格下 IGBT 的电压电流等级不同，那么且驱动电路中驱动器件的参数值需要调整的幅度也是不同的，因此需结合实际情况来进行调整。

[00168] 例如，以 IGBT 电压电流等级为 4.5kV/3kA 为例，在此情况下，对于柔直工程场景，可以通过调整驱动器件的参数值，使得 IGBT 关断时的 di/dt 达到 5000A/μs，而在高压直挂储能系统场景，可以通过调整驱动器件的参数值，使得该储能阀子模块的 IGBT 关断时的 di/dt 降低到 3000A/μs。通过将储能阀子模块的 IGBT 关断时的 di/dt 降低到 3000A/μs，可以有效降低 IGBT 的关断过电压。

[00169] 本申请实施例中通过功率变换单元中功率器件的关断电流变化率和功率器件的驱动电路中驱动器件的参数值成反相关的特性，可以实现降低功率变换单元中功率器件的关断电流变化率，从而使得进一步降低功率变换单元中功率器件的关断过电压，如此，大幅降低了功率变换单元中功率器件因过电压应力过大而发生失效的问题，增加了功率变换单元的工作可靠性。

[00170] 实际应用中，一旦在储能阀子模块中加入抑制电路 40，因抑制电路 40 的电阻特性会对整个储能阀子模块带来额外的欧姆发热损耗，基于此，可以通过调整储能阀子模块的投切开关频率来降低该抑制电路 40 对储能阀子模块带来的发热损耗。

[00171] 在一个实施例中，储能阀子模块的投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗成正相关。

[00172] 假设储能阀子模块在高压直挂储能系统中单次投切时，抑制电路 40 的电阻产生的能量损耗为 E，储能阀子模块的等效投切开关频率为 f，那么抑制电路 40 的电阻的发热功率 P≈ f*E。即投切开关频率 f 越高，抑制电路 40 的电阻产生的能量损耗 E 越大，使得应该投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗成正相关。

[00173] 基于以上储能阀子模块的等效投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗之间关系，可以根据储能阀子模块的具体抑制电路 40 的电阻产生的能量损耗值，设置等效投切开关频率的取值。例如，在柔性直流实际工程中，可以设置换流阀 f 的取值为 100Hz-200Hz-左右；而在直流直挂储能阀应用中，可以设置开关频率 f 的取值在 50Hz-150Hz 之间。

[00174] 需要说明的是，以上储能阀子模块的等效投切开关频率的取值仅是一种示例，实际应用中，在满足高压直挂储能系统运行需求的前提下，等效投切开关频率尽量设置为系统可接受的开关频率的较小值，即可以通过尽量降低系统投切开关频率实现优化高压直挂储能系统的损耗。

[00175] 本申请实施例通过上述储能阀子模块的投切开关频率与抑制电路产生的能量损耗成正相关的特性，设定储能阀子模块在高压直挂储能系统中单次投切时等效投切开关频率，使得可以以较低的等效投切开关频率对储能阀子模块进行投切，从而降低了储能阀子模块的损耗，提高了储能阀子模块应用的经济性与安全性。

[00176] 在一个实施例中，如图 16 所示，储能阀子模块还包括旁路电路 60，旁路电路 60 与储能阀子模块并联。

[00177] 请继续参见图 16，在储能阀子模块的两个端口 S1 和 S2 与功率变换单元 10 之间配备旁路电路 60，使得在储能阀子模块存在故障的情况下，或者，储能阀子模块可能会存在故障的情况下，通过该旁路电路 60 能够将储能阀子模块切出高压直挂储能系统。

[00178] 例如，在高压直挂储能系统产生过电压时，通过该旁路电路 60 可以便捷且及时地将储能阀子模块从高压直挂储能系统中暂时切除，使得储能阀子模块因高压直挂式储能系统产生的过电压发生故障的概率大幅降低，从而提高了高压直挂储能系统的运行稳定性和安全性。

[00179] 在一些实施例中，旁路电路 60 可以是旁路开关，在一些实施例中，该旁路开关可以是不限于是机械旁路开关或半导体器件旁路开关。

[00180] 在储能阀子模块存在故障的情况下，主回路上的电流从 S1 端口进入，此时该旁路开关闭合，电流则经过该旁路开关从 S2 端口流出，将整个储能阀子模块完全短路从而完全将储能阀子模块切出高压直挂储能系统。

[00181] 本申请实施例中，通过在储能阀子模块接入高压直挂储能系统主回路的端口之间设置旁路电路，使得可以在储能阀子模块存在故障的情况下，将储能阀子模块切出高压直挂储能系统，提高了高压直挂储能系统的运行稳定性和安全性。

[00182] 此外，本申请实施例还提供一种高压直挂储能系统，该高压直挂储能系统包括上述任一实施例中提供的储能阀子模块。

[00183] 本申请实施例中的高压直挂储能系统可以包括直流式高压直挂式储能系统，也可以包括交流式高压直挂式储能系统。其中上述图 1 所示的为交流式高压直挂式储能系统的其中一种示例图。

[00184] 由于本申请实施例提供的储能阀子模块可以抑制在投切模式切换时刻产生的欠阻尼振荡电力，具有较高的可靠性，使得采用本申请实施例中的储能阀子模块构建的高压直挂储能系统也具有较高的可靠性。

[00185] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

[00186] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

权 利 要 求

1、一种储能阀子模块，其中，所述储能阀子模块包括功率变换单元、第一电容、抑制电路和储能单元，所述抑制电路与所述第一电容串联构成阻容支路，所述阻容支路分别与所述功率变换单元和所述储能单元并联。

2、根据权利要求 1 所述的储能阀子模块，其中，所述抑制电路包括电阻元件。

3、根据权利要求 2 所述的储能阀子模块，其中，所述抑制电路还包括开关电路，所述开关电路用于控制所述电阻元件的投切状态。

4、根据权利要求 3 所述的储能阀子模块，其中，所述开关电路与所述电阻元件并联。

5、根据权利要求 3 所述的储能阀子模块，其中，所述电阻元件包括相互串联的第一电阻和第二电阻，所述开关电路还包括第一开关和第二开关，所述第一开关与所述第一电阻并联，所述第二开关与所述第二电阻并联。

6、根据权利要求 5 所述的储能阀子模块，其中，所述第一开关和/或所述第二开关为二极管。

7、根据权利要求 5 所述的储能阀子模块，其中，所述第一电阻的阻值大于所述第二电阻的阻值。

8、根据权利要求 3 所述的储能阀子模块，其中，所述电阻元件包括相互并联的第三电阻和第四电阻，所述开关电路还包括第三开关和第四开关，所述第三开关与所述第三电阻串联，所述第四开关与所述第四电阻串联。

9、根据权利要求 8 所述的储能阀子模块，其中，所述第三开关和/或所述第四开关为二极管。

10、根据权利要求 8 所述的储能阀子模块，其中，所述第三电阻的阻值大于所述第四电阻的阻值。

11、根据权利要求 2-10 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述电阻元件的阻值范围包括 10mΩ-500mΩ。

12、根据权利要求 1-11 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述储能阀子模块还包括第二电容，所述第二电容与所述阻容支路并联。

13、根据权利要求 12 所述的储能阀子模块，其中，所述第二电容包括缓冲电容。

14、根据权利要求 12 所述的储能阀子模块，其中，所述第二电容的容值小于所述第一电容的容值。

15、根据权利要求 12 所述的储能阀子模块，其中，所述第二电容的容值范围包括 10uF~300uF。

16、根据权利要求 1-15 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述第一电容包括直流支撑电容。

17、根据权利要求 1-16 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述储能阀子模块还包括旁路电路，所述旁路电路与所述储能阀子模块并联。

18、根据权利要求 1-17 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述储能阀子模块的投切开关频率与所述抑制电路产生的能量损耗成正相关。

19、根据权利要求 1-18 任一项所述的储能阀子模块，其中，所述功率变换单元中功率器件的关断电流变化率和所述功率器件的驱动电路中驱动器件的参数值成反相关。

20、根据权利要求 19 所述的储能阀子模块，其中，所述驱动器件的参数值包括所述驱动电路中门极关断电阻的电阻值，和/或，所述驱动电路中门极电容的容值。

21、一种高压直挂储能系统，其中，所述高压直挂储能系统包括权利要求 1-20 任一项所述的储能阀子模块。

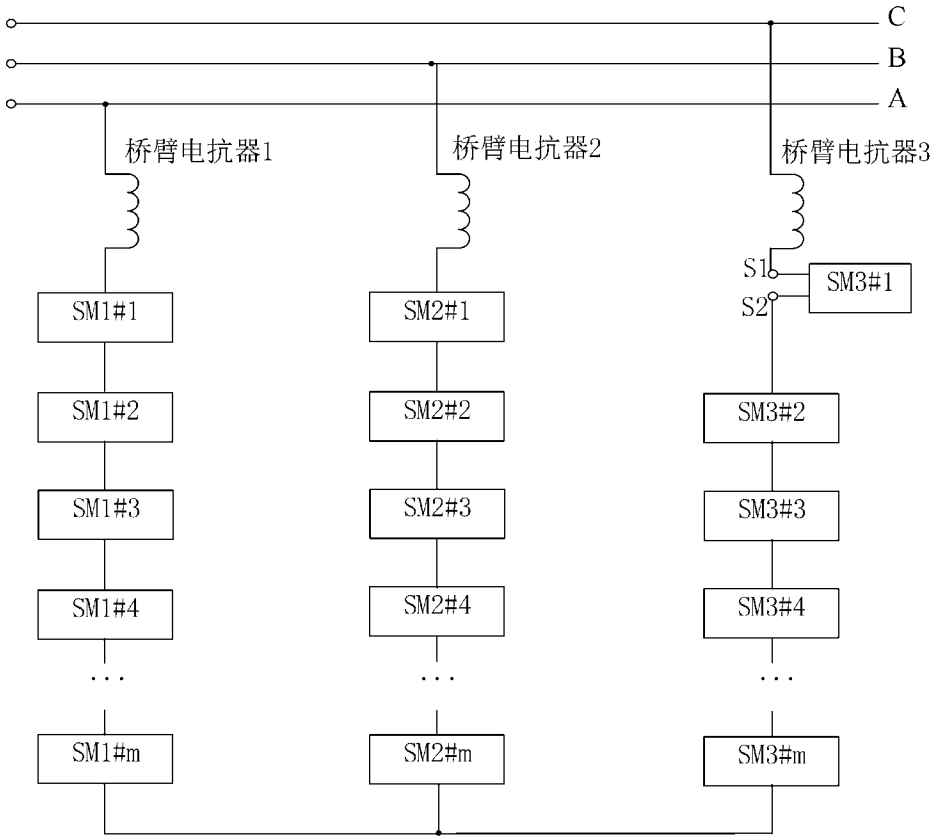

C
B
A
桥臂电抗器1
桥臂电抗器2
桥臂电抗器3
S1
S2
SM3#1
SM1#1
SM1#2
SM1#3
SM1#4
SM1#m
SM2#1
SM2#2
SM2#3
SM2#4
SM2#m
SM3#2
SM3#3
SM3#4
SM3#m

图 1

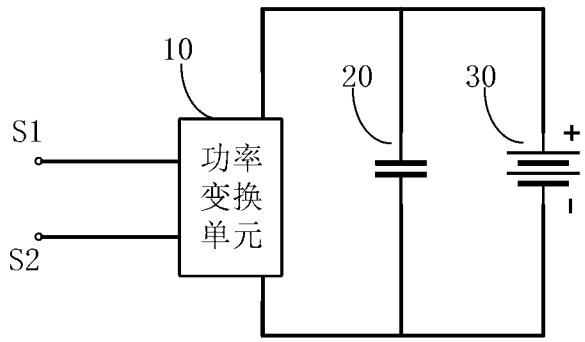

10
20
30
S1
S2
功率
变换
单元
+
-

图 2

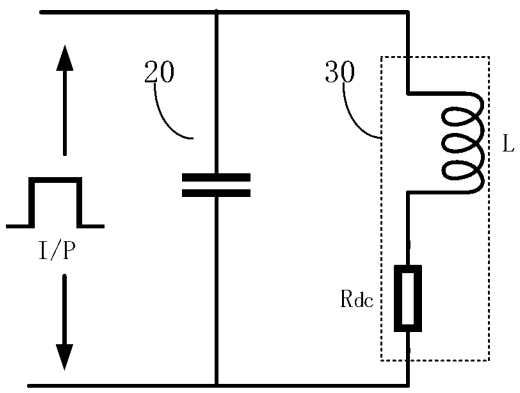

20
30
L
I/P
Rdc

图 3

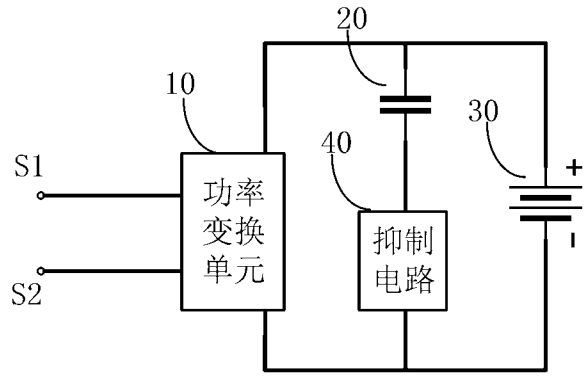

20
10
30
40
S1
功率
变换
单元
抑制
电路
S2
+
-

图 4

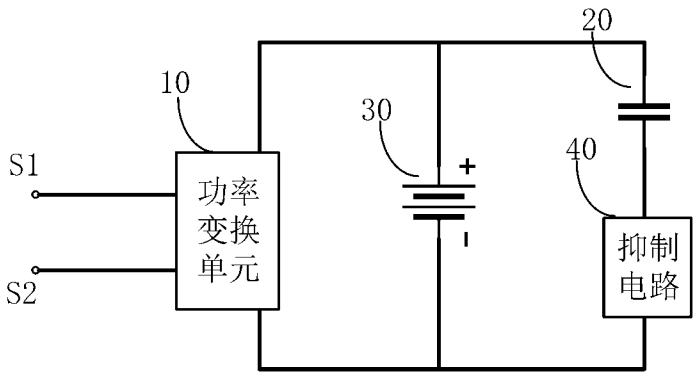

20
10
30
40
S1
功率
变换
单元
抑制
电路
S2
+
-

图 5

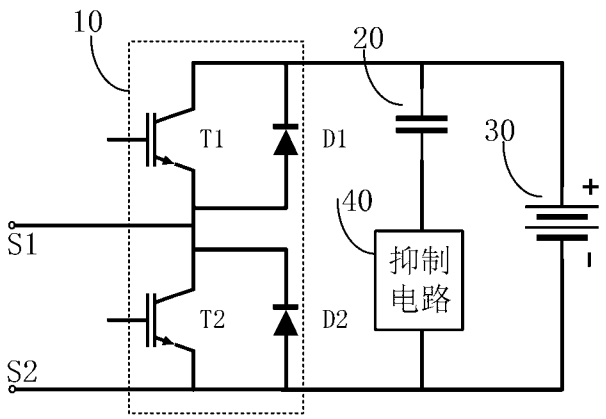

10
20
T1
D1
30
40
S1
抑制
电路
T2
D2
S2
+
-

图 6

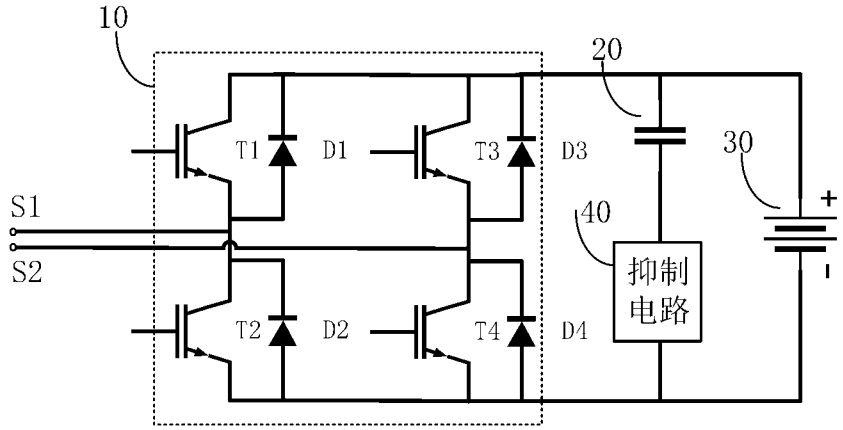

10
20
T1
D1
T3
D3
30
S1
40
S2
抑制
电路
T2
D2
T4
D4
+
-

图 7

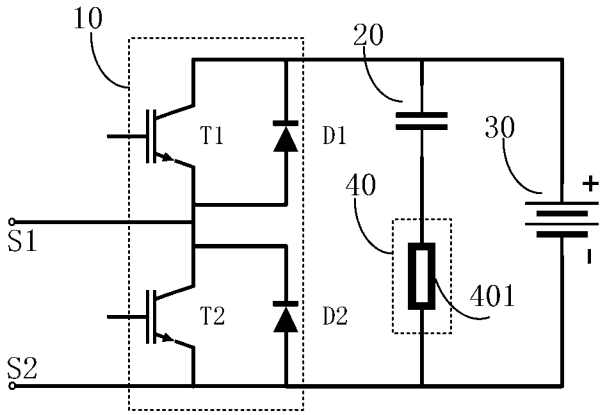

10
20
T1
D1
30
40
+
S1
401
T2
D2
-
S2

图 8

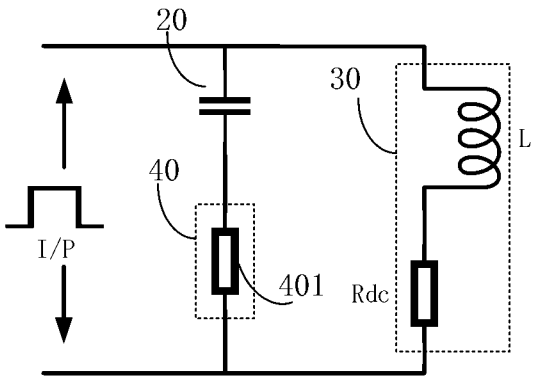

20
30
L
40
I/P
401
Rdc

图 9

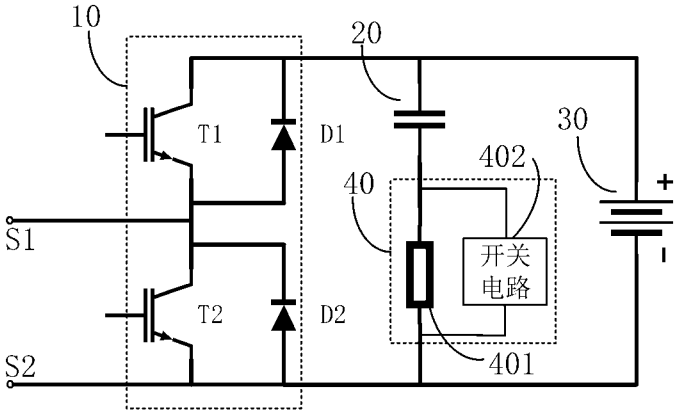

10
20
30
T1
D1
402
40
S1
开关
电路
T2
D2
S2
401

图 10

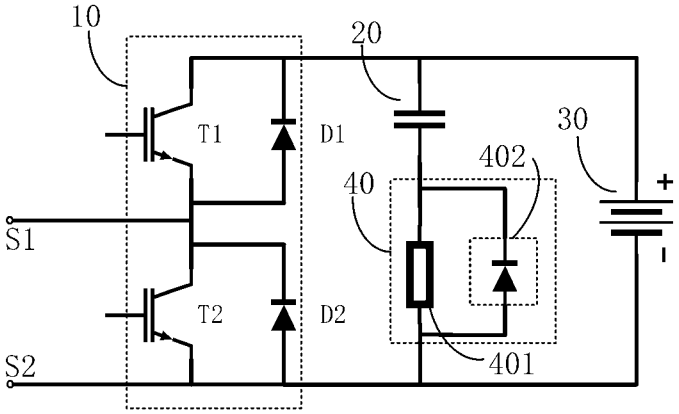

10
20
30
T1
D1
402
40
S1
T2
D2
S2
401

图 11

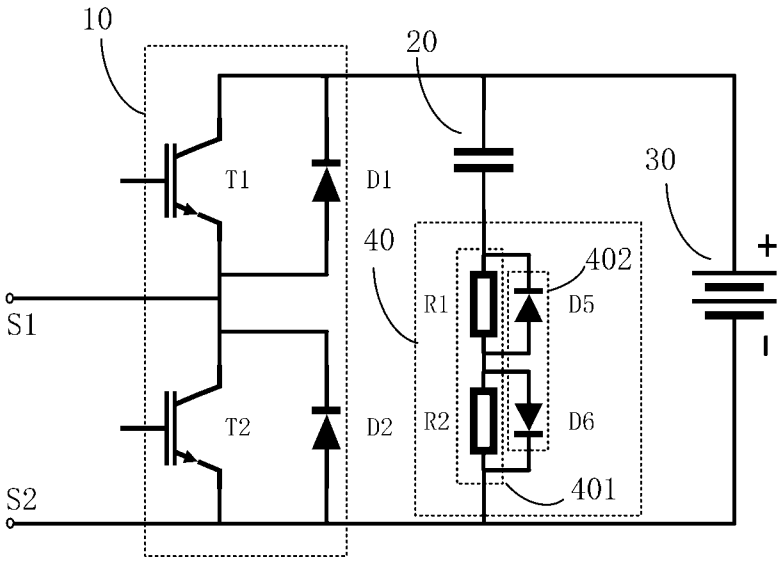

10
20
30
T1
D1
40
402
R1
D5
S1
T2
D2
R2
D6
S2
401

图 12

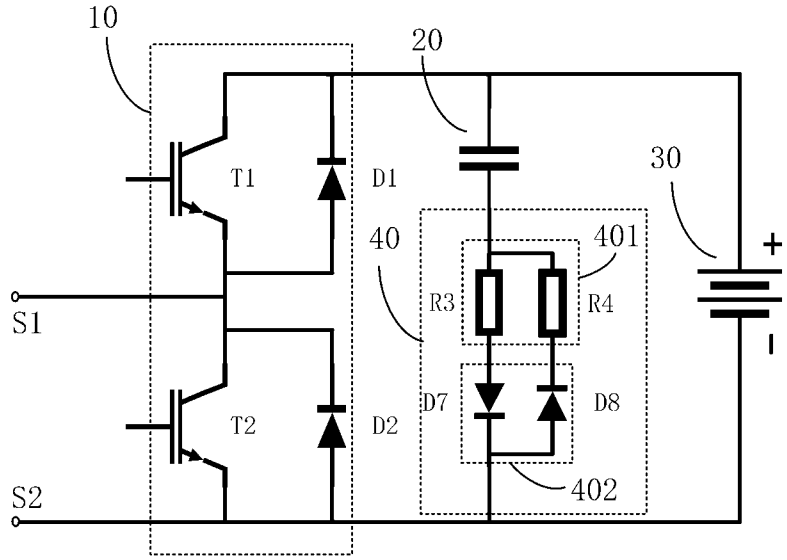

10
20
30
T1
D1
40
401
R3
R4
S1
D7
D8
T2
D2
S2
402

图 13

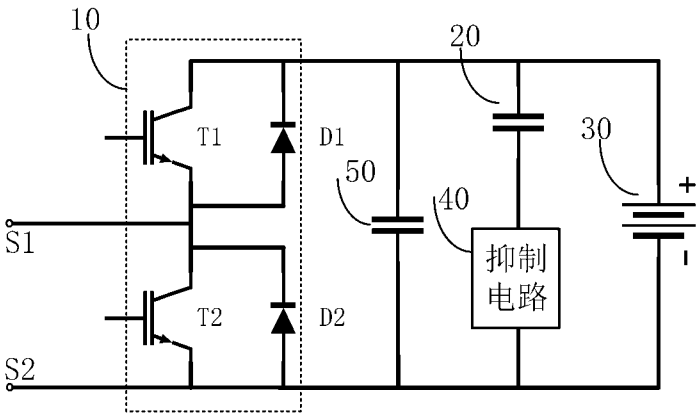

10
20
T1
D1
30
50
40
S1
抑制
电路
T2
D2
S2

图 14

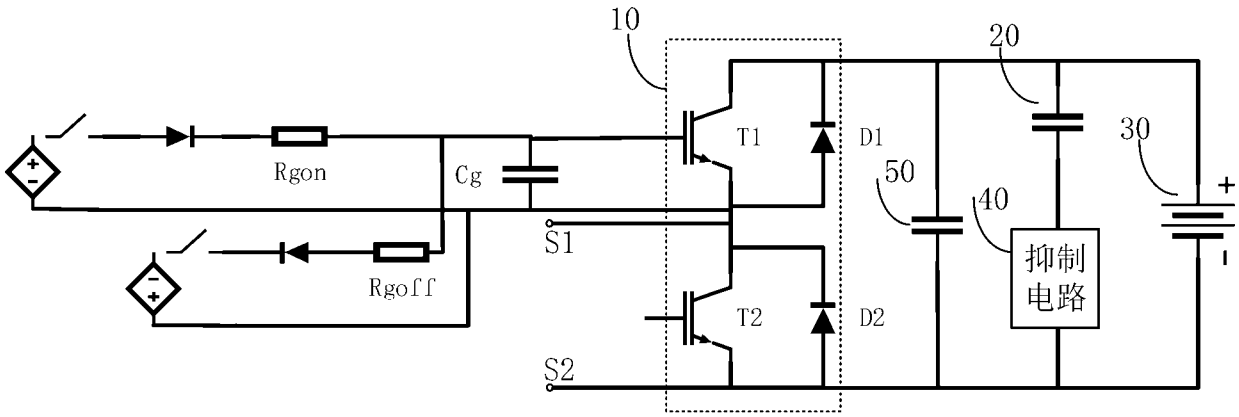

10
20
Rgon
Cg
T1
D1
30
50
40
S1
抑制
电路
Rgoff
T2
D2
S2

图 15

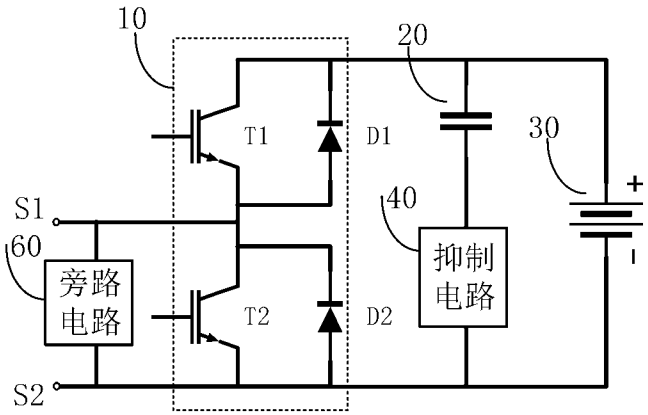


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/097814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/28(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

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)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 储能阀, 阻容, 电阻, 电容, 二极管, 抑制, storage, converter, resistor, capacitor, diode, restrain

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 202524283 U (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 07 November 2012 (2012-11-07) description, paragraphs 11-20, and figures 1-2	1-21
A	CN 109039046 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 18 December 2018 (2018-12-18) entire document	1-21
A	CN 114113798 A (STATE GRID ZHEJIANG ELECTRIC POWER CO., LTD. ZHOUSHAN POWER SUPPLY COMPANY) 01 March 2022 (2022-03-01) entire document	1-21
A	CN 114189135 A (XUJI ELECTRIC CO., LTD. et al.) 15 March 2022 (2022-03-15) entire document	1-21
A	WO 2020094030 A1 (NR ELECTRIC CO., LTD. et al.) 14 May 2020 (2020-05-14) entire document	1-21

☐ 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	Date of mailing of the international search report
04 September 2024	**10 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/097814

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 202524283 U	07 November 2012	None	
CN 109039046 A	18 December 2018	CN 109039046 B	14 February 2020
CN 114113798 A	01 March 2022	CN 114113798 B	13 September 2022
CN 114189135 A	15 March 2022	None	
WO 2020094030 A1	14 May 2020	CN 109586327 A	05 April 2019
		CN 109586327 B	26 October 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/097814

A. 主题的分类

H02J 3/28(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

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））

VEN，CNABS，CNTXT，WOTXT，EPTXT，USTXT，CNKI，IEEE：储能阀，阻容，电阻，电容，二极管，抑制，storage，converter，resistor，capacitor，diode，restrain

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 202524283 U (中国矿业大学) 2012年11月7日 (2012 - 11 - 07) 说明书第11-20段，图1-2	1-21
A	CN 109039046 A (华中科技大学) 2018年12月18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-21
A	CN 114113798 A (国网浙江省电力有限公司舟山供电公司) 2022年3月1日 (2022 - 03 - 01) 全文	1-21
A	CN 114189135 A (许继电气股份有限公司 等) 2022年3月15日 (2022 - 03 - 15) 全文	1-21
A	WO 2020094030 A1 (NR ELECTRIC CO., LTD. 等) 2020年5月14日 (2020 - 05 - 14) 全文	1-21

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2024年9月4日	2024年9月10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	受权官员 孔舒红 电话号码 (+86) 010-53961245

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/097814

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	202524283	U	2012年11月7日	无			
CN	109039046	A	2018年12月18日	CN	109039046	B	2020年2月14日
CN	114113798	A	2022年3月1日	CN	114113798	B	2022年9月13日
CN	114189135	A	2022年3月15日	无			
WO	2020094030	A1	2020年5月14日	CN	109586327	A	2019年4月5日
				CN	109586327	B	2021年10月26日