(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 12 月 21 日 (21.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/240477 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 35/00 (2006.01) *G01R 31/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/098840

(22) 国际申请日: 2022 年 6 月 15 日 (15.06.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华 为 技 术 有 限 公 司 **(HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.)** [CN/CN]; 中 国 广 东 省 深 圳 市 龙 岗 区 坂 田 华 为 总 部 办 公 楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 王 辉 **(WANG, Hui)**; 中 国 广 东 省 深 圳 市 龙 岗 区 坂 田 华 为 总 部 办 公 楼, Guangdong 518129 (CN)。 孙 呈 祥 **(SUN, Chengxiang)**; 中 国 广 东 省 深 圳 市 龙 岗 区 坂 田 华 为 总 部 办 公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所（普通合伙）**(SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY)**; 中国广东省深圳市罗湖区南湖街道春风路庐山大厦B座18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (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, IQ, 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,

WO 2023/240477 A1

(54) **Title:** TEST APPARATUS OF INTERLOCKING DETECTION SYSTEM, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备

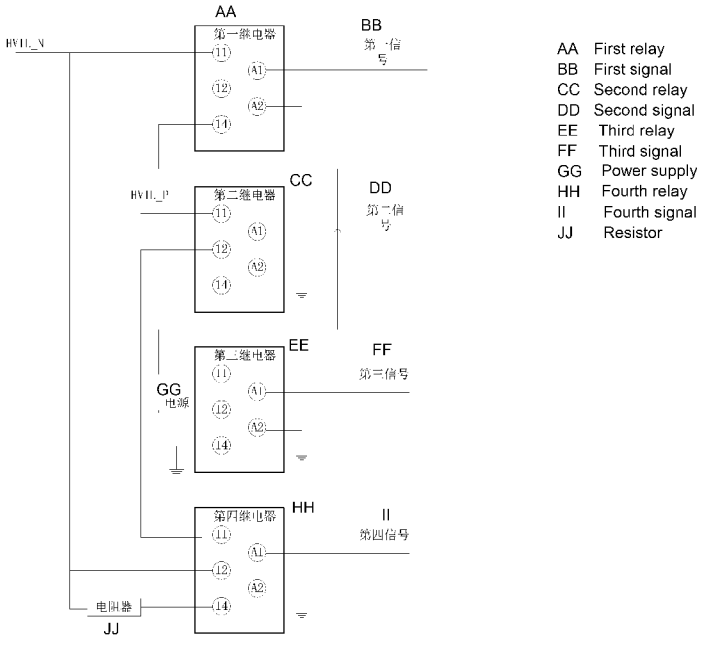


图 2

(57) **Abstract:** A test apparatus of an interlocking detection system, and an electronic device. The apparatus comprises: a first controlled end of a first relay, a second controlled end of a fourth relay, and one end of a resistor are connected to one end of an interlocking loop, a third controlled end of the first relay is connected to a first controlled end of a third relay, and a first control end of the first relay receives a first signal; a first controlled end of a second relay is connected to the other end of the interlocking loop, a second controlled end of the second relay is connected to a first controlled end of the fourth relay, and a first control end of the second relay receives

[见续页]

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, 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, 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))。

a second signal; a second controlled end of the third relay is connected to a power supply, a third controlled end of the third relay is grounded, and a first control end of the third relay receives a third signal; a third controlled end of the fourth relay is connected to the other end of the resistor, a first control end of the fourth relay receives a fourth signal, and second control ends of all the relays are grounded; and then the state of the interlocking loop is simulated by means of the first signal, the second signal, the third signal, and the fourth signal, so that the detection efficiency and accuracy are improved.

(57) 摘要: 一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备，该装置包括：第一继电器其第一被控端、第四继电器的第二被控端和电阻器的一端连接互锁回路的一端，其第三被控端连接第三继电器的第一被控端，其第一控制端接收第一信号；第二继电器其第一被控端连接互锁回路的另一端，其第二被控端连接第四继电器的第一被控端，其第一控制端接收第二信号；第三继电器其第二被控端连接电源，其第三被控端接地，其第一控制端接收第三信号；第四继电器其第三被控端连接电阻器的另一端，其第一控制端接收第四信号，所有继电器的第二控制端接地；然后通过第一信号、第二信号、第三信号和第四信号模拟互锁回路的状态，提高检测效率和准确度。

一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备

技术领域

本申请涉及电动车辆技术领域，尤其涉及一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备。

背景技术

新能源纯电动汽车的高压系统中一般具有 400V 以上高压电，在驱动行驶或直流充电过程中工作电流可达到上百安培，因此需要配置相应的安全技术手段对车辆的高压系统予以监测，以降低风险发生的概率。为保障高压互锁检测系统的正常运行，新能源汽车的可靠性测试中，需要构造高压互锁故障，以检测高压互锁功能对于异常状态的检测能力。

在当前的实际应用中，通过接入两个接触器来实现高压互锁故障的注入，其中第一接触器用于实现互锁回路开路，第二接触器用以实现互锁回路对地和对电源的短接，但是，该方案无法模拟常见的互锁回路阻抗变大的故障。

发明内容

本申请提供了一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备，用于提高检测效率和准确度。

本申请第一方面提供了一种互锁检测系统的测试装置，该装置包括：第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器和电阻器，第一继电器的第一被控端、第四继电器的第二被控端和电阻器的一端连接互锁回路的一端，第一继电器的第三被控端连接第三继电器的第一被控端，第一继电器的第一控制端接收第一信号，第一继电器的第二控制端接地，互锁回路为互锁检测系统检测的回路；第二继电器的第一被控端连接互锁回路的另一端，第二继电器的第二被控端连接第四继电器的第一被控端，第二继电器的第一控制端接收第二信号，第二继电器的第二控制端接地；第三继电器的第二被控端连接电源，第三继电器的第三被控端接地，第三继电器的第一控制端接收第三信号，第三继电器的第二控制端接地；第四继电器的第三被控端连接电阻器的另一端，第四继电器的第一控制端接收第四信号，第四继电器的第二控制端接地；第一信号、第二信号、第三信号和第四信号用于模拟互锁回路的状态。

上述方面中，通过调整第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平，使得各低压继电器内部被控端的连接方式发生改变，从而模拟互锁回路的状态，从而实现对互锁检测系统的功能及性能进行测试，提高检测效率和准确度。

一种可能的实施方式中，当第一信号、第二信号、第三信号和第四信号为低电平时，互锁回路的状态为正常状态；当第一信号、第二信号和第三信号为低电平，第四信号为高电平时，互锁回路的状态为阻抗变大状态；当第一信号和第三信号为高电平，第二信号和第四信号为低电平时，互锁回路的状态为对地短路状态；当第一信号为高电平，第二信号、第三信号和第四信号为低电平时，互锁回路的状态为对电源短路状态；当第一信号、第三信号和第四信号为低电平，第二信号为高电平时，互锁回路的状态为开路状态。

上述可能的实施方式中，通过对第一信号、第二信号、第三信号和第四信号可以实现

开路、对地短路、对电源短路以及回路阻值变大测试场景的模拟，提高模拟效率。

一种可能的实施方式中，装置还包括操作单元，操作单元用于接收用户对第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平的调整命令。

上述可能的实施方式中，用户可以在操作单元调整第一信号、第二信号、第三信号和第四信号，提高用户体验。

一种可能的实施方式中，装置还包括反馈单元，反馈单元用于显示经过操作单元调整后的第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平，以及互锁回路的状态。

上述可能的实施方式中，实时显示调整后的第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平和互锁回路的状态，提高检测效率和用户体验。

一种可能的实施方式中，装置还包括监测单元，监测单元用于监测互锁检测系统的检测结果。

上述可能的实施方式中，监测互锁检测系统的检测结果，可以及时和模拟状态进比较。

一种可能的实施方式中，装置还包括存储单元，存储单元用于存储装置的指令。

一种可能的实施方式中，装置还包括控制单元，控制单元用于根据用户的调整命令调整第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平。

一种可能的实施方式中，第一继电器为双掷型低压继电器或常开型低压继电器，第二继电器为双掷型低压继电器或常闭型低压继电器，第三继电器和第四继电器为双掷型低压继电器。

本申请第二方面提供了一种互锁检测系统的测试装置，该装置包括：第一继电器、第二继电器、第三继电器和可调电阻器，第一继电器的第一被控端和可调电阻器的调节端连接互锁回路的一端，第一继电器的第二被控端连接第二继电器的第二被控端，第一继电器的第三被控端连接第三继电器的第一被控端，第一继电器的第一控制端接收第一信号，第一继电器的第二控制端接地，互锁回路为互锁检测系统检测的回路；第二继电器的第一被控端连接互锁回路的另一端，第二继电器的第三被控端连接可调电阻器的另一端，第二继电器的第一控制端接收第二信号，第二继电器的第二控制端接地；第三继电器的第二被控端连接电源，第三继电器的第三被控端接地，第三继电器的第一控制端接收第三信号，第三继电器的第二控制端接地；第一信号、第二信号、第三信号和可调电阻器的阻值用于调整互锁回路的状态。

上述第二方面中，通过调整第一信号、第二信号和第三信号的电平，使得各低压继电器内部被控端的连接方式发生改变，以及调整可调电阻器的阻值，从而模拟互锁回路的状态，从而实现对互锁检测系统的功能及性能进行测试，提高检测效率和准确度。

一种可能的实施方式中，当第一信号、第二信号和第三信号为低电平，且可调变阻器的阻值为任意数值时，互锁回路的状态为正常状态；当第一信号和第三信号为低电平，第二信号为高电平，且可调电阻器的阻值为大于 0 的任意数值时，互锁回路的状态为阻抗变大状态；当第一信号、第二信号和第三信号为高电平，且可调电阻器的阻值为短路状态时，互锁回路的状态为对地短路状态；当第一信号和第二信号为高电平，第三信号为低电平，且可调电阻器为短路状态时，互锁回路的状态为对电源短路状态；当第一信号和第三信号

为低电平，第二信号为高电平，且可调电阻器为开路状态时，互锁回路的状态为开路状态。

一种可能的实施方式中，装置还包括操作单元，操作单元用于接收用户对第一信号、第二信号和第三信号的电平的调整命令，以及对可调电阻器的阻值的调整命令。

一种可能的实施方式中，装置还包括反馈单元，反馈单元用于显示操作单元调整后的第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的电平，以及可调电阻器的阻值和互锁回路的状态。

一种可能的实施方式中，装置还包括监测单元，监测单元用于监测互锁检测系统的检测结果。

一种可能的实施方式中，装置还包括存储单元，存储单元用于存储装置的指令。

一种可能的实施方式中，装置还包括控制单元，控制单元用于根据用户的调整命令调整第一信号、第二信号和第三信号的电平，以及所述可调电阻器的阻值。

一种可能的实施方式中，第一继电器、第二继电器和第三继电器为双掷型低压继电器。

本申请第三方面提供了一种电子设备，该电子设备包括如第一方面或第一方面任意实施方式、第二方面或第二方面的任意实施方式中的互锁检测系统的测试装置。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种高压互锁检测系统的结构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种互锁检测系统的测试装置的结构示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种正常状态连接示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种阻抗变大状态连接示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种对地短路状态连接示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种对电源短路状态连接示意图；

图 7 为本申请实施例提供的一种开路状态连接示意图；

图 8 为本申请实施例提供的另一种测试装置的结构示意图；

图 9 为本申请实施例提供的另一种检测装置的结构示意图；

图 10 为本申请实施例提供的另一种正常状态连接示意图；

图 11 为本申请实施例提供的另一种阻抗变大状态连接示意图；

图 12 为本申请实施例提供的另一种对地短路状态连接示意图；

图 13 为本申请实施例提供的另一种对电源短路状态连接示意图；

图 14 为本申请实施例提供的另一种开路状态连接示意图；

图 15 为本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供了一种互锁检测系统的测试装置以及电子设备，用于提高检测效率和准确度。

下面结合附图，对本申请的实施例进行描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例，而不是全部的实施例。本领域普通技术人员可知，随着技术的发展和新场

景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

新能源纯电动汽车的高压系统中一般具有 400V 以上高压电，在驱动行驶或直流充电过程中工作电流可达到上百安培，因此需要配置相应的安全技术手段对车辆的高压系统予以监测，以降低风险发生的概率。请参阅图 1，如图 1 所示为本申请实施例提供的一种高压互锁检测系统的结构示意图，该系统 10 包括车载充电器（on board charger，OBC）101、直流电源转换器（direct current/ direct current，DCDC）102、前电机控制器（Front Motor Control Unit，FMCU）103、电池管理系统（battery management system，BMS）104、车辆控制器（vehicle control unit，VCU）105、电力分配单元（power distribution unit，PDU）106 和后电机控制器（rear motor control unit，RMCU）107。

电动汽车的高压系统中一般设置有一路或多路高压互锁检测系统，一种典型的检测回路如上图所示，图中包含两路高压互锁检测回路，其中两个互锁回路监控单元分别为 VCU 和 RMCU。

OBC 用于对电动汽车的电池进行充电，该电池提供的高压直流电经由 DCDC 转换成低压直流电提供给 FMCU 驱动电动汽车，BMS 为对电池进行监控和充放电管理的功能单元，用于保证电池处于安全、可控的状态范围内。以上各部分高压器件及回路的高压端连接电动车辆的直流母线，形成了高压回路，电动车辆在行驶时，高压回路总是伴随着振动与冲击，因此存在安全风险。而高压互锁系统可以监测迹象，并在断电之前给 VCU 提供报警信息，预留整车系统采取应对措施的时间。

其中，PDU 也可以将交流电源输入到电动汽车的电池，BMS 对电池进行监控和充放电管理，RMCU 可以对该回路进行监控。

目前高压互锁系统的高压互锁回路中，以上各部分高压器件及回路两两之间通过高压连接器和线缆进行连接，高压连接器集成了 HVIL 接口，如 VCU 或 RMCU 所连接的 HVIL_P 和 HVIL_N。

为保障高压互锁检测系统的正常运行，新能源汽车的可靠性测试中，需要构造高压互锁故障，以检测高压互锁功能对于异常状态的检测能力。在当前的实际应用中，通过接入两个接触器来实现高压互锁故障的注入，其中第一接触器用于实现互锁回路开路，第二接触器用以实现互锁回路对地和对电源的短接，但是，该方案无法模拟常见的互锁回路阻抗变大的故障。

为解决上述问题，本申请实施例提供了一种互锁检测系统的测试装置，该装置如下所

述。

请参阅图 2，如图 2 所示为本申请实施例提供的一种互锁检测系统的测试装置的结构示意图，该装置包括：第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器和电阻器，第一继电器的第一被控端、第四继电器的第二被控端和电阻器的一端连接互锁回路的一端，第一继电器的第三被控端连接第三继电器的第一被控端，第一继电器的第一控制端接收第一信号，第一继电器的第二控制端接地，互锁回路为互锁检测系统检测的回路；第二继电器的第一被控端连接互锁回路的另一端，第二继电器的第二被控端连接第四继电器的第一被控端，第二继电器的第一控制端接收第二信号，第二继电器的第二控制端接地；第三继电器的第二被控端连接电源，第三继电器的第三被控端接地，第三继电器的第一控制端接收第三信号，第三继电器的第二控制端接地；第四继电器的第三被控端连接电阻器的另一端，第四继电器的第一控制端接收第四信号，第四继电器的第二控制端接地；第一信号、第二信号、第三信号和第四信号用于模拟互锁回路的状态。

第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器以双掷型低压继电器为例，图中令 A1、A2 为双掷型低压继电器的控制端，11、12、14 为双掷型低压继电器的被控端，即第一被控端为 11，第二被控端为 12，第三被控端为 14，第一控制端为 A1，第二控制端为 A2，初始状态下，即各低压继电器控制端 A1 为低电平（0）时，被控端 11 和 12 导通，11 和 14 断开；A1 为高电平（1）时，11 和 12 断开，11 和 14 导通。电阻器具可以为滑动电阻器或电阻阵列，以实现对回路阻抗不同大小的模拟，亦可以是单阻值电阻。

以高压互锁检测系统中 VCU 负责互锁状态的检测为例，测试时，互锁回路的一端为 HVIL_N，互锁回路的另一端为 HVIL_P。

本申请实施例可以通过对第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器的 A1 端的电平进行调整，使得各低压继电器的 11、12、14 的连接发生变化，相应模拟出互锁回路的不同状态。具体如下所述：

1）初始状态下，各低压继电器的控制端均为低电平，此时互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二继电器和第四继电器连接导通，请参阅图 3，如图 3 所示为本申请实施例提供的正常状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端连接，第二继电器的 11 端和 14 端断开，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，第四继电器的 11 端和 12 端连接，第四继电器的 11 端和 14 端断开，此时 HVIL_N 通过第四继电器的 12 端连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，此时模拟的互锁回路的状态为正常状态。如表 1 所示：

表 1

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
正常状态	0	0	0	0

2）当需要对互锁回路注入阻抗变大的故障时，此时将第四继电器的 A1 端口拉高，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二、第四继电器和电阻器连接导通，请参阅图 4，如图 4 所示为本申请实施例提供的阻抗变大状态连接示意图，第一继电器的 11

端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端连接，第二继电器的 11 端和 14 端断开，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，第四继电器的 11 端和 12 端断开，第四继电器的 11 端和 14 端连接，此时 HVIL_N 通过电阻器连接到第四继电器的 14 端，并相应连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，此时模拟的互锁回路的状态为阻抗变大状态，如表 2 所示：

表 2

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
阻抗变大状态	0	0	0	1

可选地，测试过程中该变阻器可以是可调电阻器，通过调节该可调电阻器的电阻值，以实现回路上不同阻抗的模拟。

3）当需要对互锁回路注入对地短路的故障时，此时将第一、三继电器的 A1 端口均拉高，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二、四继电器连接导通，并通过第一、三继电器与低压电源地短接，请参阅图 5，如图 5 所示为本申请实施例提供的对地短路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端断开，第一继电器的 11 端和 14 端连接，第二继电器的 11 端和 12 端连接，第二继电器的 11 端和 14 端断开，第三继电器的 11 端和 12 端断开，第三继电器的 11 端和 14 端连接，第四继电器的 11 端和 12 端连接，第四继电器的 11 端和 14 端断开，此时 HVIL_N 通过第四继电器的 12 端连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，且 HVIL_N 通过第一继电器的 11 端连接到第三继电器接地的 14 端，则此时模拟的互锁回路的状态为对地短路状态，如表 3 所示：

表 3

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
对地短路状态	1	0	1	0

4）当需要对互锁回路注入对电源短路的故障时，此时将第一继电器的 A1 端口拉高，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二、四继电器连接导通，并通过第一、三继电器与低压电源正极短接，请参阅图 6，如图 6 所示为本申请实施例提供的对电源短路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端断开，第一继电器的 11 端和 14 端连接，第二继电器的 11 端和 12 端连接，第二继电器的 11 端和 14 端断开，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，第四继电器的 11 端和 12 端连接，第四继电器的 11 端和 14 端断开，此时 HVIL_N 通过第四继电器的 12 端连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，且 HVIL_N 通过第一继电器的 11 端连接到第三继电器与电源连接的 12 端，则此时模拟的互锁回路的状态为对电源短路状态，如表 4 所示：

表 4

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
对电源短路状态	1	0	0	0

5）当需要对互锁回路注入开路的故障时，此时将第二继电器的 A1 端口均拉高，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 将处于开路状态，请参阅图 7，如图 7 所示为本申请实施例提供的开路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端断开，第二继电器的 11 端和 14 端连接，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，第四继电器的 11 端和 12 端连接，第四继电器的 11 端和 14 端断开，此时 HVIL_N 连接不到 HVIL_P，则此时模拟的互锁回路的状态为开路状态，如表 5 所示：

表 5

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
开路状态	0	1	0	0

综上所述，通过对低压继电器状态的控制实现高压互锁回路状态的切换，分别为正常、回路阻抗变大，对地短路、对电源短路以及开路，各状态下的低压继电器 A1 信号如下表 6 所示：

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	第四信号
正常	0	0	0	0
阻抗变大	0	0	0	1
对地短路	1	0	1	0
对电源短路	1	0	0	0
开路	0	1	0	0

由于第一继电器的 12 端和第二继电器的 14 端不需要使用，为了节省成本，还可以将第一继电器更换成常开低压继电器，将第二继电器更换成常闭低压继电器。

为实现对上述装置中对继电器或电阻器的控制，以及构建测试中良好的人机交付过程，请参阅 8，如图 8 所示为本申请实施例提供的另一种测试装置的结构示意图，此时前述低压继电器和电阻器共同构成了执行单元 801，本申请实施例可以增加其他功能单元，可选地：

1）本申请实施例可以设置操作单元 802，实现对测试人员测试意图的识别，例如接收用户对第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的调整命令，其中该调整命令可以是由用户在按键、旋钮等输入控件所生成的命令。

2）本申请实施例还可以设置反馈单元 803，实现对各低压继电器输入的信号和互锁回路的状态的展示状态，展示结果可以是将上述不同模拟状态下的表格进行展示，方便用户调整信号的电平。其中，反馈单元可由液晶显示屏、LED 灯或蜂鸣器组成。

3）本申请实施例还可以设置监测单元 804，用以监测互锁检测系统的检测结果，例如获得 VCU 的监测结果，从而配合反馈单元查看其高压互锁检测功能是否正常，进一步的，

可以在反馈单元同时显示模拟状态和监测状态，在模拟状态和监测状态不同时进行报错，提高用户体验。可选地，监测单元亦可用于实现对互锁检测系统初始状态的标定或设置。

4）本申请实施例还可以设置存储单元805，可以存储本申请实施例的装置的指令，例如存储自动化的执行指令，或对该互锁检测系统的测试结果。

5）本申请实施例还可以设置控制单元806，用以采集操作单元802的调整命令从而驱动上述低压继电器实现不同高压互锁回路不同状态模拟，还可以控制反馈单元803同时显示模拟状态和监测状态。可选地，控制单元806亦可以根据其预设存储单元805的场景自动化驱动执行单元进行自动化测试，并将执行结果存储或通过监测单元进行传输或存储于存储单元805。可选地，所述执行单元可单独作为测试方法或测试装置，与其他测试设备，如数字空间（dSPACE）硬件在环（hardware in the loop，HIL）配合实现对高压互锁检测系统的测试。

本申请实施例通过基于前述继电器和电阻器的连接方式，在调节第一信号、第二信号、第三信号和第四信号的情况下实现开路、对地短路、对电源短路以及回路阻值变大测试场景的构造，从而实现对互锁检测系统的功能及性能进行测试，提高检测效率和准确度。

前述实施例中使用了四个低压继电器，为了节省低压继电器的数量，请参阅图9，如图9所示为本申请实施例提供的另一种检测装置的结构示意图，该装置将4个低压继电器更换成3个双掷型低压继电器，如第一继电器、第二继电器、第三继电器和可调电阻器，第一继电器的第一被控端和可调电阻器的调节端连接互锁回路的一端，第一继电器的第二被控端连接第二继电器的第二被控端，第一继电器的第三被控端连接第三继电器的第一被控端，第一继电器的第一控制端接收第一信号，第一继电器的第二控制端接地，互锁回路为互锁检测系统检测的回路；第二继电器的第一被控端连接互锁回路的另一端，第二继电器的第三被控端连接可调电阻器的另一端，第二继电器的第一控制端接收第二信号，第二继电器的第二控制端接地；第三继电器的第二被控端连接电源，第三继电器的第三被控端接地，第三继电器的第一控制端接收第三信号，第三继电器的第二控制端接地；第一信号、第二信号、第三信号和可调电阻器的阻值用于调整互锁回路的状态。

第一继电器、第二继电器、第三继电器为双掷型低压继电器，图9中令A1、A2为双掷型低压继电器的控制端，11、12、14为双掷型低压继电器的被控端，即第一被控端为11，第二被控端为12，第三被控端为14，第一控制端为A1，第二控制端为A2，初始状态下，即各低压继电器控制端A1为低电平（0）时，被控端11和12导通，11和14断开；A1为高电平（1）时，11和12断开，11和14导通。

以高压互锁检测系统中VCU负责互锁状态的检测为例，测试时，互锁回路的一端为HVIL_N，互锁回路的另一端为HVIL_P。

本申请实施例可以通过对第一继电器、第二继电器和第三继电器的A1端的电平进行调整，使得各低压继电器的11、12、14的连接发生变化，以及对可调电阻器的阻值进行调整，相应模拟出互锁回路的不同状态。具体如下所述：

1）初始状态下，各继电器的控制端均为低电平，此时互锁回路的两个引脚HVIL_N和

HVIL_P 通过第一继电器和第二继电器连接导通，请参阅图 10，如图 10 所示为本申请实施例提供的另一种正常状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端连接，第二继电器的 11 端和 14 端断开，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，该可调电阻器的阻值可以是任意值，此时 HVIL_N 通过第一继电器的 11 端连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，此时模拟的互锁回路的状态为正常状态。如表 7 所示：

表 7

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
正常状态	0	0	0	任意值

2）当需要对互锁回路注入阻抗变大的故障时，此时将第二继电器的 A1 端口拉高，并调节电阻器电阻值至合适大小（如 10 欧姆），此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二继电器和电阻器连接导通，请参阅图 11，如图 11 所示为本申请实施例提供的另一种阻抗变大状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端断开，第二继电器的 11 端和 14 端连接，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，该可调电阻器的阻值可以是大于 0 的任意值，如 10 欧姆，此时 HVIL_N 通过该可调电阻器连接到第二继电器的 14 端，然后连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，此时模拟的互锁回路的状态为阻抗变大状态。如表 8 所示：

表 8

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
阻抗变大状态	0	1	0	10 欧姆

3）当需要对互锁回路注入对地短路的故障时，此时将第一、二、三继电器的 A1 端口均拉高，并调节电阻器短路挡，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二继电器连接导通，并通过第一、三继电器与低压电源地短接，请参阅图 12，如图 12 所示为本申请实施例提供的另一种对地短路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端断开，第一继电器的 11 端和 14 端连接，第二继电器的 11 端和 12 端断开，第二继电器的 11 端和 14 端连接，第三继电器的 11 端和 12 端断开，第三继电器的 11 端和 14 端连接，该可调电阻器的阻值设为短路状态，此时 HVIL_N 相当于直接连接第二继电器的 14 端，然后再连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，且 HVIL_N 通过第一继电器的 11 端连接到第三继电器的 14 端，由于第三继电器的 14 端接地，则此时模拟的互锁回路的状态为对地短路状态。如表 9 所示：

表 9

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
对地短路状态	1	1	1	短路

4）当需要对互锁回路注入对电源短路的故障时，此时将第一、二继电器的 A1 端口均拉高，并调节电阻器短路挡，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 通过第二继电器连接导通，并通过第一、三继电器与低压电源正极短接，请参阅图 13，如图 13 所示为本申请实施例提供的另一种对电源短路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端断开，第一继电器的 11 端和 14 端连接，第二继电器的 11 端和 12 端断开，第二继电器的 11 端和 14 端连接，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，该可调电阻器的阻值设为短路状态，此时 HVIL_N 相当于直接连接第二继电器的 14 端，然后再连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，且 HVIL_N 通过第一继电器的 11 端连接到第三继电器的 12 端，由于第三继电器的 14 端接电源，则此时模拟的互锁回路的状态为对电源短路状态。如表 10 所示：

表 10

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
对电源短路状态	1	1	0	短路

5）当需要对互锁回路注入开路的故障时，此时将第二继电器的 A1 端口均拉高，并调节电阻器开路挡，此时，互锁回路的两个引脚 HVIL_N 和 HVIL_P 将处于开路状态，请参阅图 14，如图 14 所示为本申请实施例提供的另一种开路状态连接示意图，第一继电器的 11 端和 12 端连接，第一继电器的 11 端和 14 端断开，第二继电器的 11 端和 12 端断开，第二继电器的 11 端和 14 端连接，第三继电器的 11 端和 12 端连接，第三继电器的 11 端和 14 端断开，该可调电阻器的阻值设为开路状态，此时 HVIL_N 通过可调电阻器连接第二继电器的 14 端，然后再连接到与第二继电器 11 端连接的 HVIL_P，由于可调电阻器为开路状态，则 HVIL_N 和 HVIL_P 断开，此时模拟的互锁回路的状态为开路状态。如表 11 所示：

表 11

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
开路状态	0	1	0	开路

综上所述，通过对继电器状态及电阻器阻值的控制实现高压互锁回路状态的切换，分别为正常、回路阻抗变大，对地短路、对电源短路以及开路，各状态下的低压继电器和可调电阻器状态如下表 12 所示：

表 12

互锁回路状态模拟表				
互锁回路状态	第一信号	第二信号	第三信号	可调电阻器
正常	0	0	0	任意值
阻抗变大	0	1	0	10 欧姆
对地短路	1	1	1	短路
对电源短路	1	1	0	短路
开路	0	0	0	开路

为实现对上述装置中对继电器或电阻器的控制，以及构建测试中良好的人机交付过程，此时前述低压继电器和可调电阻器共同构成了执行单元，本申请实施例可以增加图 8 中的操作单元、反馈单元、检测单元、存储单元和控制单元，此处不再赘述。

本申请实施例通过基于前述继电器和电阻器的连接方式，在调节第一信号、第二信号和第三信号的电平以及可调电阻器的阻值的情况下实现开路、对地短路、对电源短路以及回路阻值变大测试场景的构造，从而实现对互锁检测系统的功能及性能进行测试，提高检测效率和准确度。

请参阅图 15，如图 15 所示为本申请的实施例提供的电子设备 150 的一种可能的结构示意图。该电子设备 150 可以是一个信号处理器，该信号处理器可以包括图 2 至图 14 任一所示的互锁检测系统的检测装置 1501。

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。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，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。

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。

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。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元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时，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该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该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（ROM，read-only memory）、随机存取存储器（RAM，random access memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

权 利 要 求

1. 一种互锁检测系统的测试装置，其特征在于，包括：第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器和电阻器，

所述第一继电器的第一被控端、所述第四继电器的第二被控端和所述电阻器的一端连接互锁回路的一端，所述第一继电器的第三被控端连接所述第三继电器的第一被控端，所述第一继电器的第一控制端接收第一信号，所述第一继电器的第二控制端接地，所述互锁回路为所述互锁检测系统检测的回路；

所述第二继电器的第一被控端连接所述互锁回路的另一端，所述第二继电器的第二被控端连接所述第四继电器的第一被控端，所述第二继电器的第一控制端接收第二信号，所述第二继电器的第二控制端接地；

所述第三继电器的第二被控端连接电源，所述第三继电器的第三被控端接地，所述第三继电器的第一控制端接收第三信号，所述第三继电器的第二控制端接地；

所述第四继电器的第三被控端连接所述电阻器的另一端，所述第四继电器的第一控制端接收第四信号，所述第四继电器的第二控制端接地；

所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号用于模拟所述互锁回路的状态。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，当所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号为低电平时，所述互锁回路的状态为正常状态；

当所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号为低电平，所述第四信号为高电平时，所述互锁回路的状态为阻抗变大状态；

当所述第一信号和所述第三信号为高电平，所述第二信号和所述第四信号为低电平时，所述互锁回路的状态为对地短路状态；

当所述第一信号为高电平，所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号为低电平时，所述互锁回路的状态为对电源短路状态；

当所述第一信号、所述第三信号和所述第四信号为低电平，所述第二信号为高电平时，所述互锁回路的状态为开路状态。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括操作单元，所述操作单元用于接收用户对所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号的电平的调整命令。

4. 根据权利要求 3 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括反馈单元，所述反馈单元用于显示经过所述操作单元调整后的所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号的电平，以及所述互锁回路的状态。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括监测单元，所述监测单元用于监测所述互锁检测系统的检测结果。

6. 根据权利要求 1-5 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括存储单元，所述存储单元用于存储所述装置的指令。

7. 根据权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括控制单元，所述控制单

元用于根据所述用户的调整命令调整所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述第四信号的电平。

8. 根据权利要求 1-7 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一继电器为双掷型低压继电器或常开型低压继电器，所述第二继电器为双掷型低压继电器或常闭型低压继电器，所述第三继电器和所述第四继电器为双掷型低压继电器。

9. 一种互锁检测系统的测试装置，其特征在于，包括：第一继电器、第二继电器、第三继电器和可调电阻器，

所述第一继电器的第一被控端和所述可调电阻器的调节端连接互锁回路的一端，所述第一继电器的第二被控端连接所述第二继电器的第二被控端，所述第一继电器的第三被控端连接所述第三继电器的第一被控端，所述第一继电器的第一控制端接收第一信号，所述第一继电器的第二控制端接地，所述互锁回路为所述互锁检测系统检测的回路；

所述第二继电器的第一被控端连接所述互锁回路的另一端，所述第二继电器的第三被控端连接所述可调电阻器的另一端，所述第二继电器的第一控制端接收第二信号，所述第二继电器的第二控制端接地；

所述第三继电器的第二被控端连接电源，所述第三继电器的第三被控端接地，所述第三继电器的第一控制端接收第三信号，所述第三继电器的第二控制端接地；

所述第一信号、所述第二信号、所述第三信号和所述可调电阻器的阻值用于调整所述互锁回路的状态。

10. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，当所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号为低电平，且所述可调变阻器的阻值为任意数值时，所述互锁回路的状态为正常状态；

当所述第一信号和所述第三信号为低电平，所述第二信号为高电平，且所述可调电阻器的阻值为大于 0 的任意数值时，所述互锁回路的状态为阻抗变大状态；

当所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号为高电平，且所述可调电阻器的阻值为短路状态时，所述互锁回路的状态为对地短路状态；

当所述第一信号和所述第二信号为高电平，所述第三信号为低电平，且所述可调电阻器为短路状态时，所述互锁回路的状态为对电源短路状态；

当所述第一信号和所述第三信号为低电平，所述第二信号为高电平，且所述可调电阻器为开路状态时，所述互锁回路的状态为开路状态。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括操作单元，所述操作单元用于接收用户对所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号的电平的调整命令，以及对所述可调电阻器的阻值的调整命令。

12. 根据权利要求 11 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括反馈单元，所述反馈单元用于显示所述操作单元调整后的所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号的电平，以及所述可调电阻器的阻值和所述互锁回路的状态。

13. 根据权利要求 9-12 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括监测单元，所述监测单元用于监测所述互锁检测系统的检测结果。

14. 根据权利要求 9-13 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括存储单元，所述存储单元用于存储所述装置的指令。

15. 根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括控制单元，所述控制单元用于根据所述用户的调整命令调整所述第一信号、所述第二信号和所述第三信号的电平，以及所述可调电阻器的阻值。

16. 根据权利要求 9-15 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一继电器、所述第二继电器和所述第三继电器为双掷型低压继电器。

17. 一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括如权利要求 1-16 任一项所述的互锁检测系统的测试装置。

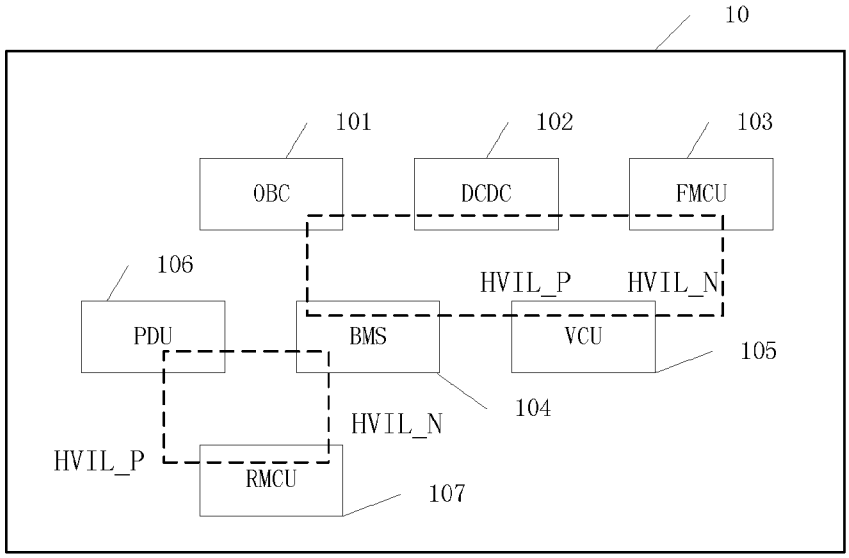

10
101
102
103
OBC
DCDC
FMCU
106
HVIL_P
HVIL_N
PDU
BMS
VCU
105
104
HVIL_N
HVIL_P
RMCU
107

图 1

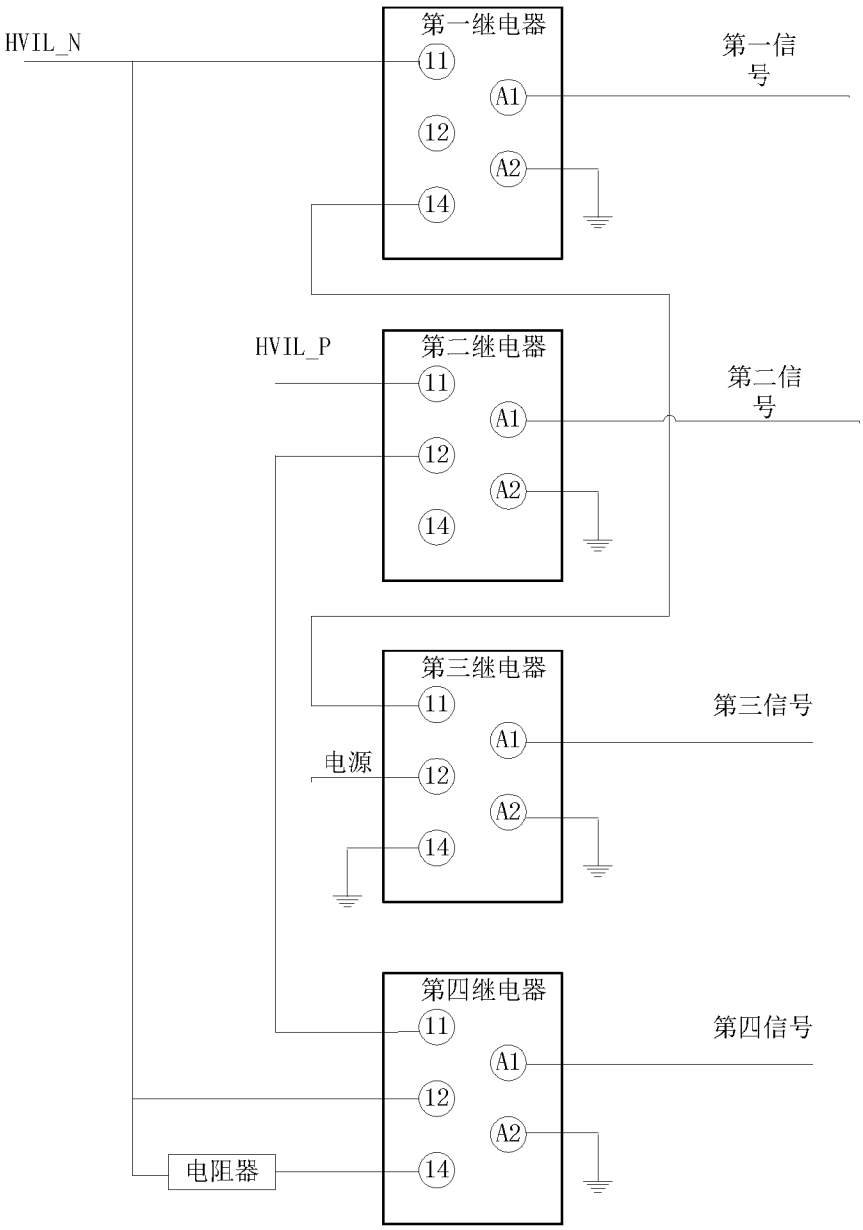

HVIL_N
第一继电器
11
A1
12
A2
14
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
A1
12
A2
14
第二信号
第三继电器
11
A1
电源
12
A2
14
第三信号
第四继电器
11
A1
12
A2
电阻器
14
第四信号

图 2

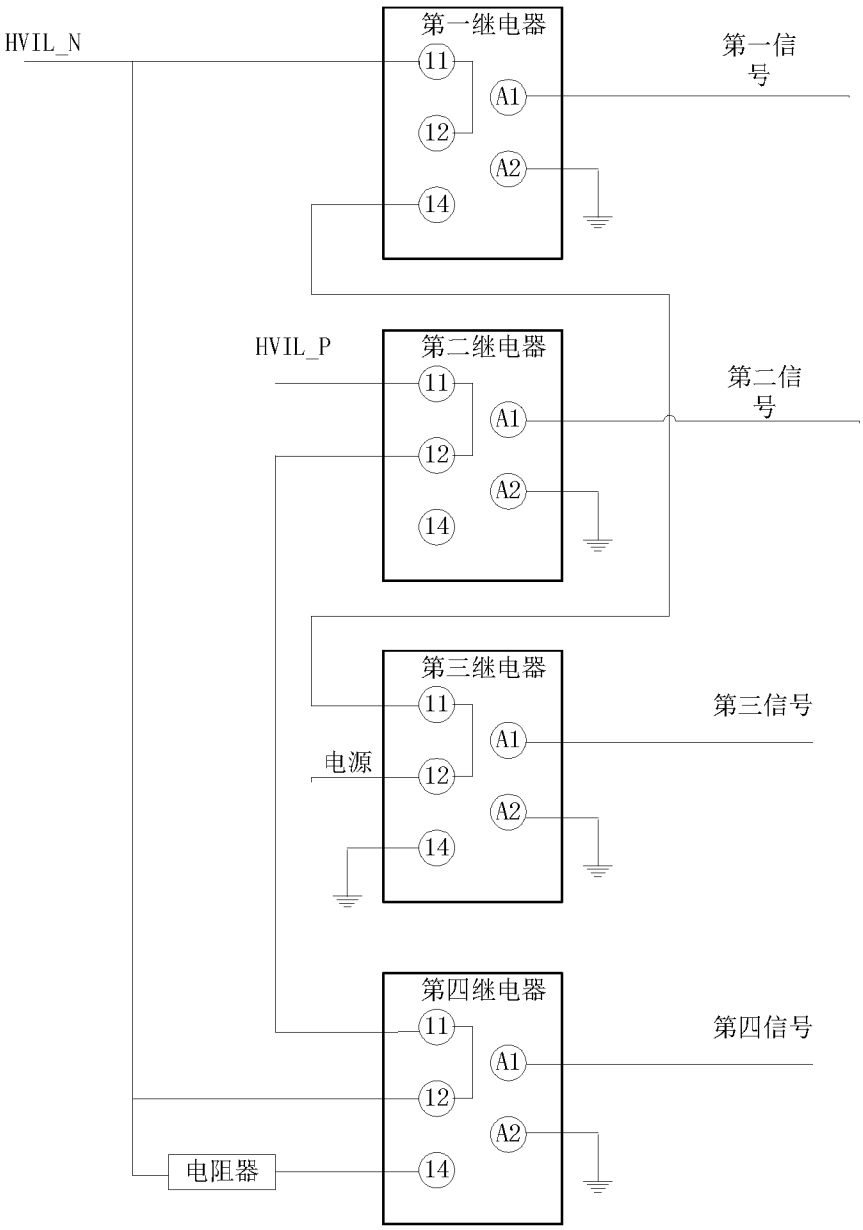

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
第三继电器
11
电源
12
14
A1
A2
第三信号
第四继电器
11
12
14
电阻器
A1
A2
第四信号

图 3

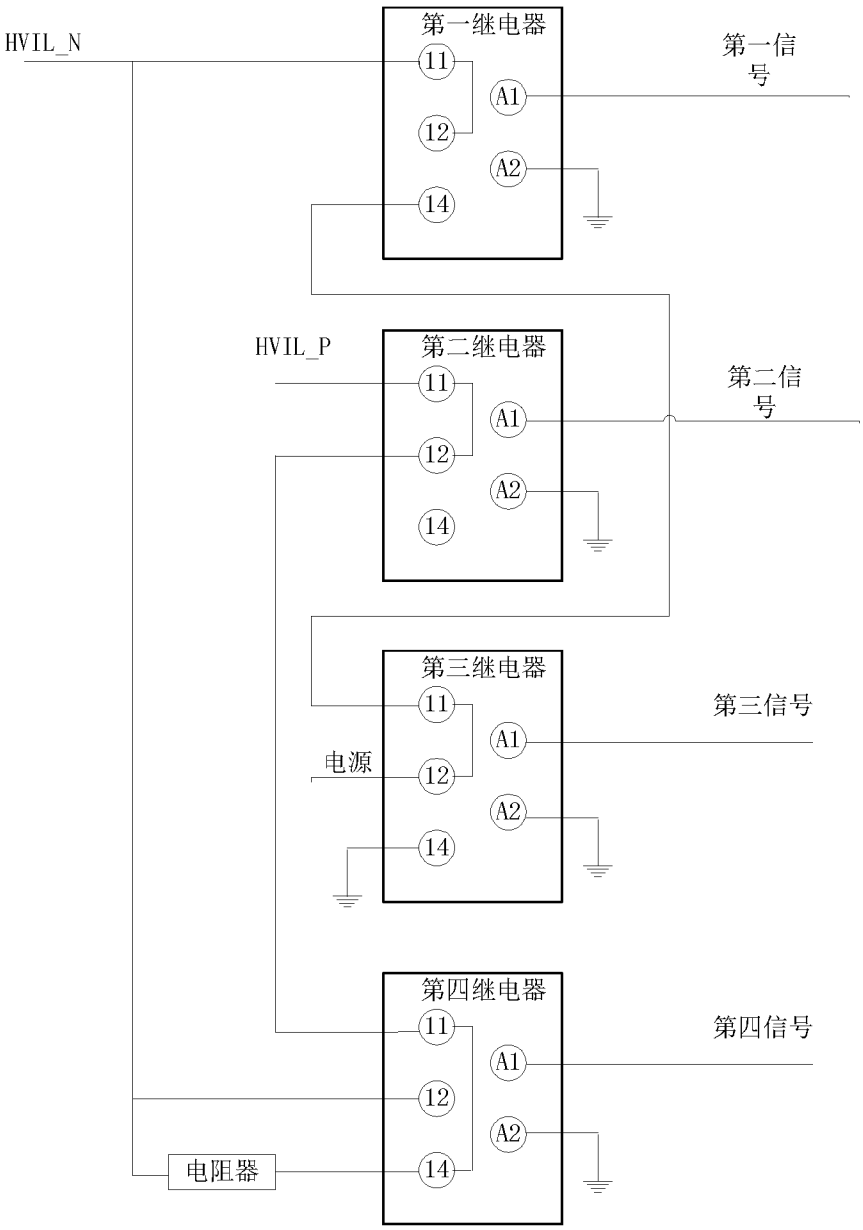

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
第三继电器
11
电源
12
14
A1
A2
第三信号
第四继电器
11
12
14
电阻器
A1
A2
第四信号

图 4

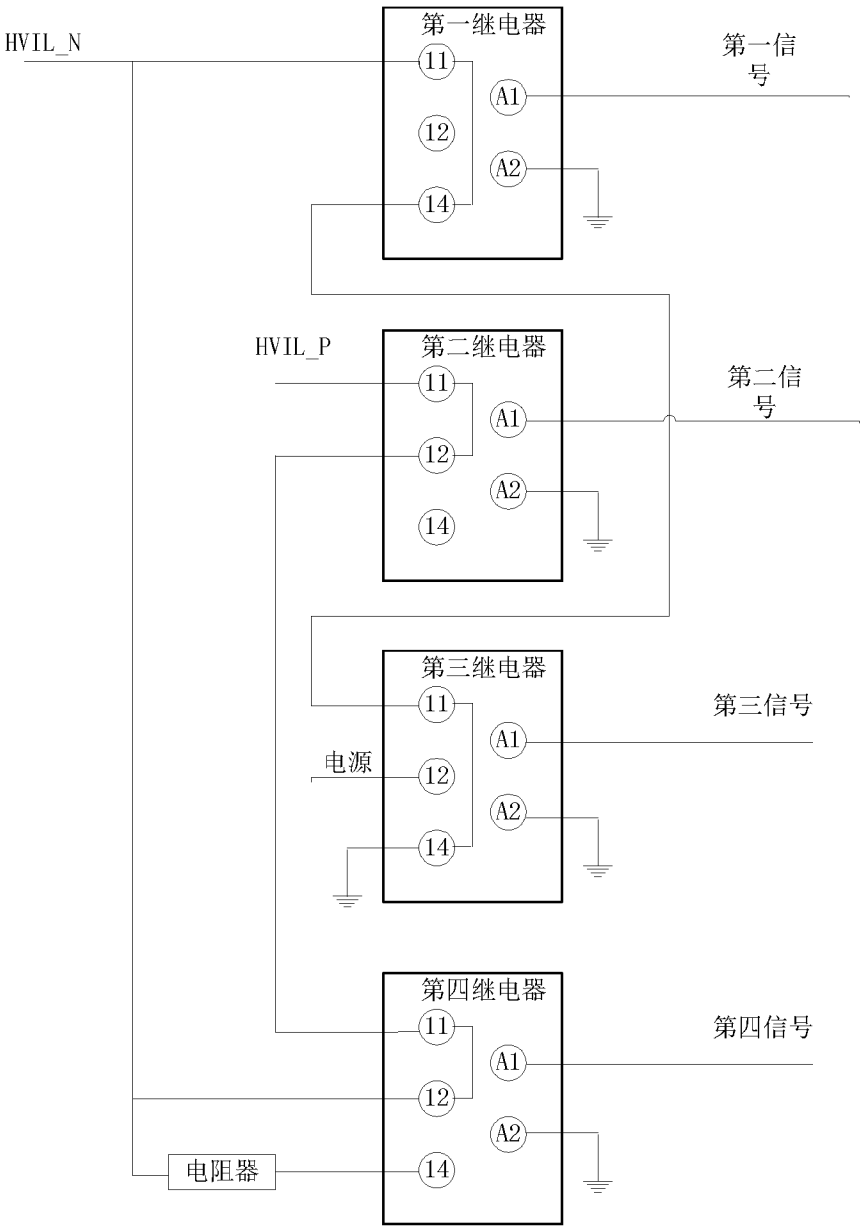

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
第三继电器
11
电源
12
14
A1
A2
第三信号
第四继电器
11
12
14
电阻器
A1
A2
第四信号

图 5

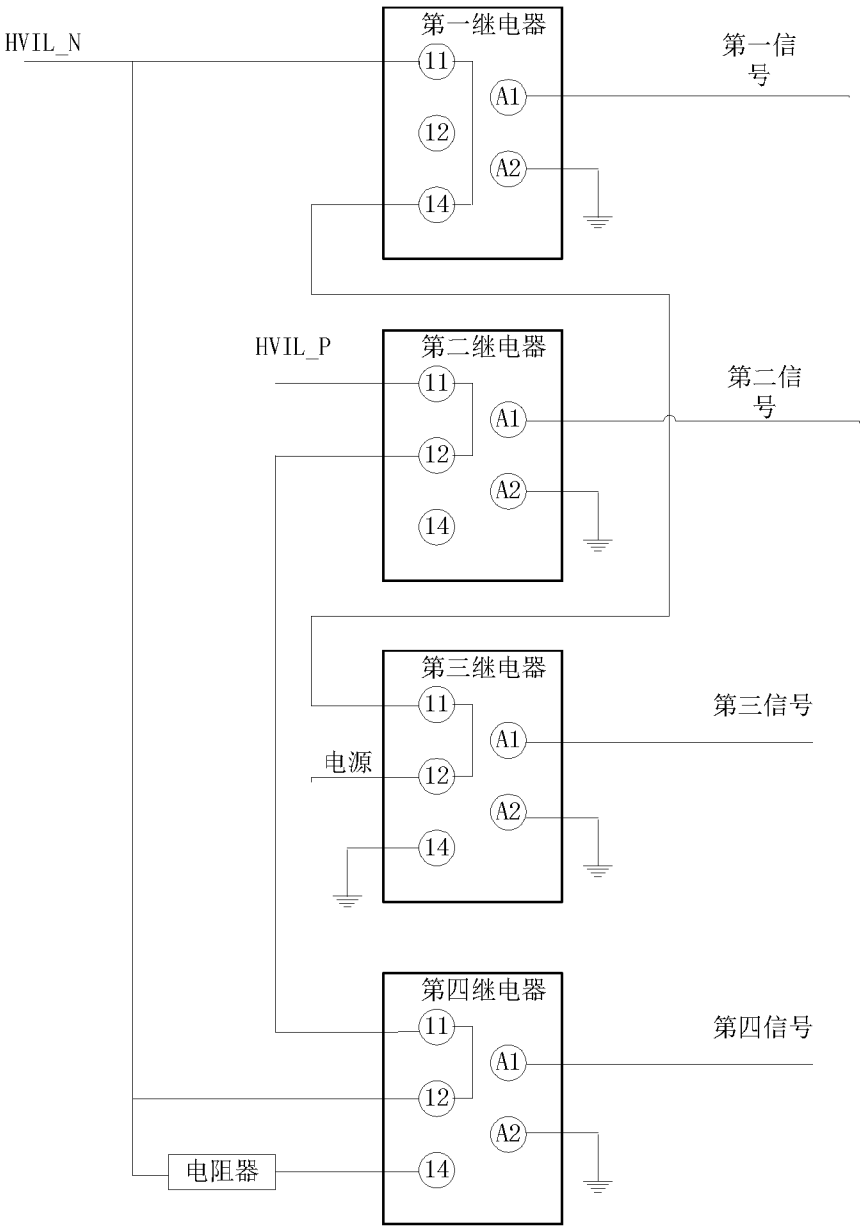

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
第三继电器
11
电源
12
14
A1
A2
第三信号
第四继电器
11
12
14
电阻器
A1
A2
第四信号

图 6

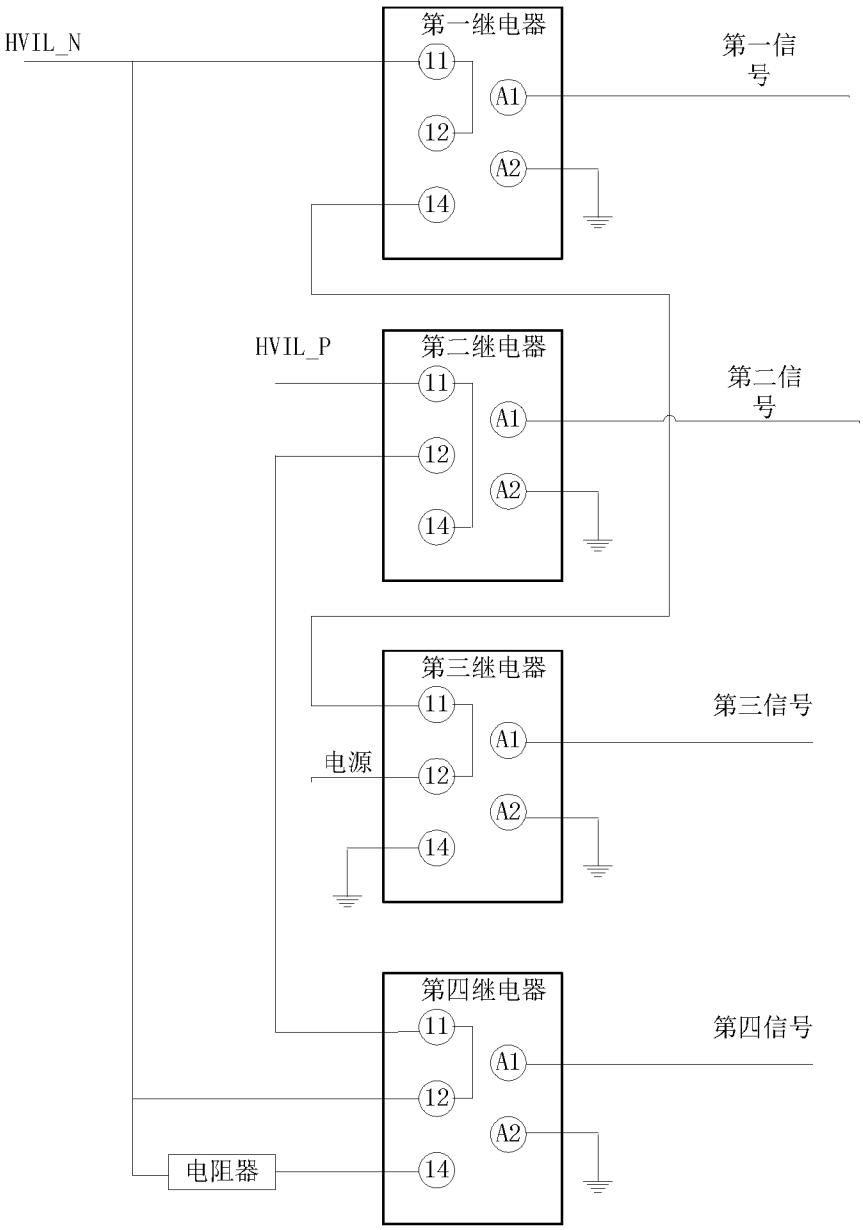

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
第三继电器
11
电源
12
14
A1
A2
第三信号
第四继电器
11
12
14
A1
A2
第四信号
电阻器

图 7

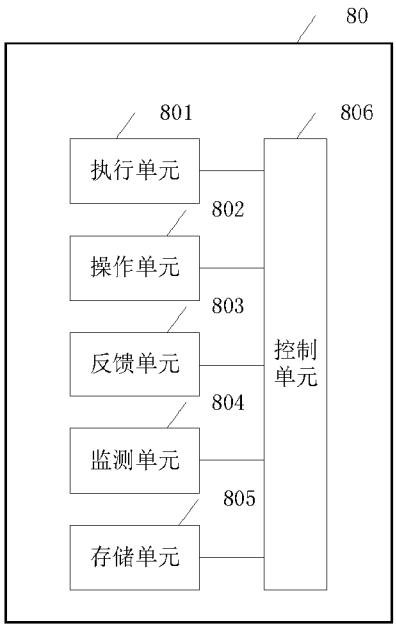

80
801
806
执行单元
802
操作单元
803
反馈单元
控制单元
804
监测单元
805
存储单元

图 8

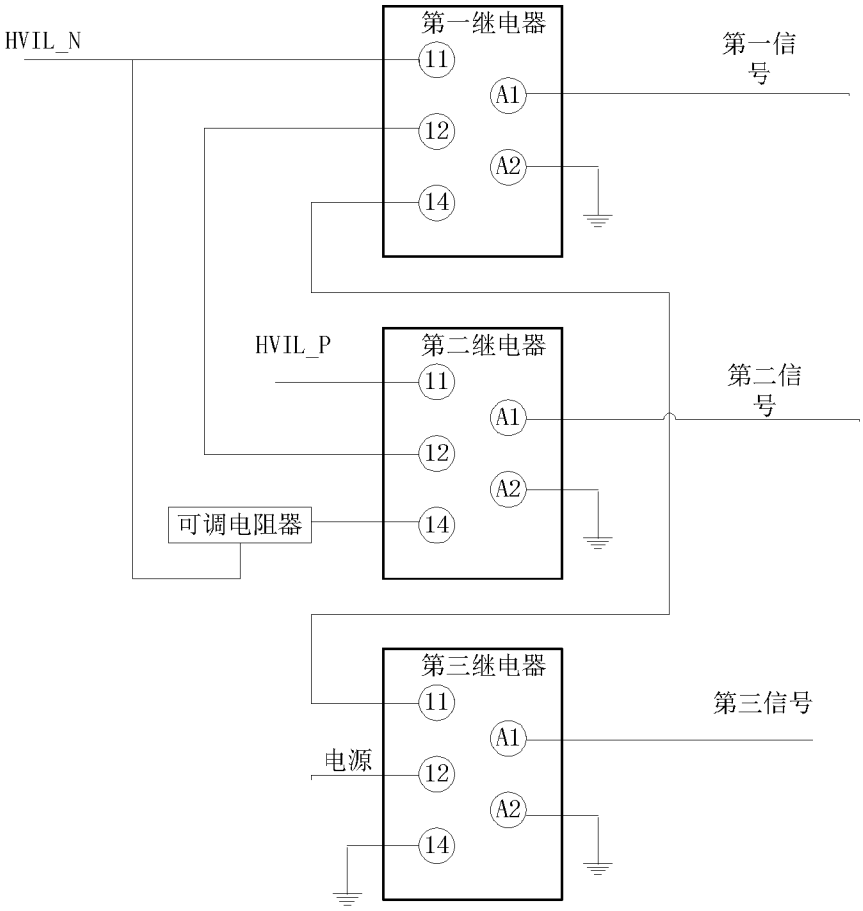

HVIL_N
第一继电器
11
A1
第一信号
12
A2
14
HVIL_P
第二继电器
11
A1
第二信号
12
A2
可调电阻器
14
第三继电器
11
A1
第三信号
电源
12
A2
14

图 9

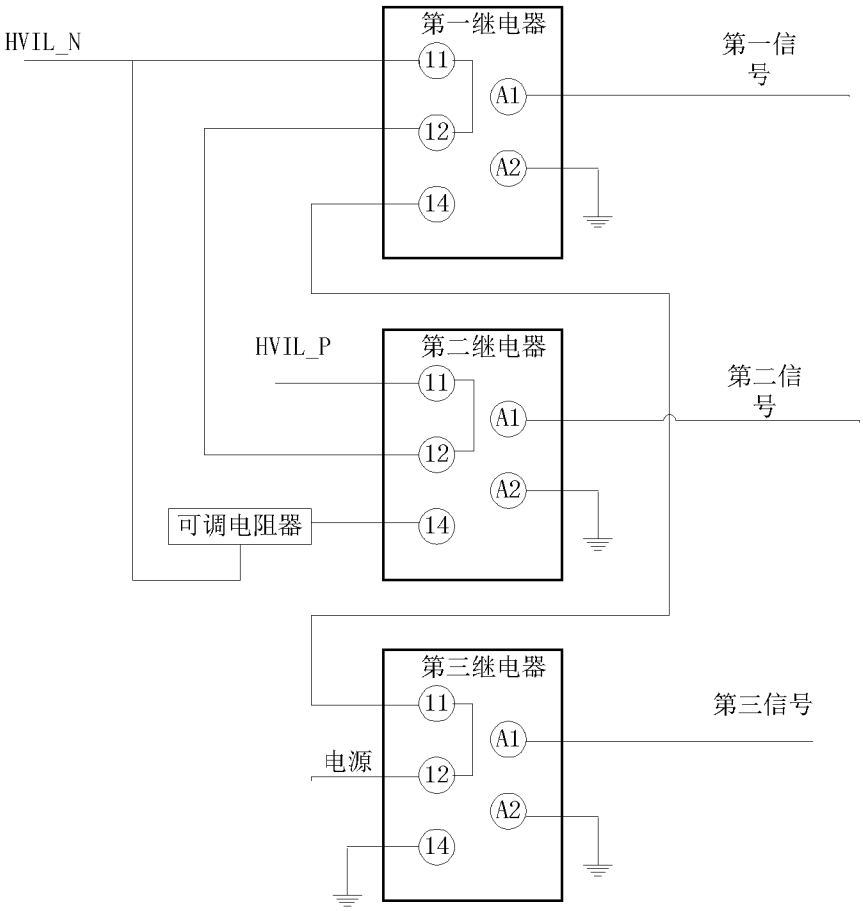

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
可调电阻器
第三继电器
11
12
14
A1
A2
第三信号
电源

图 10

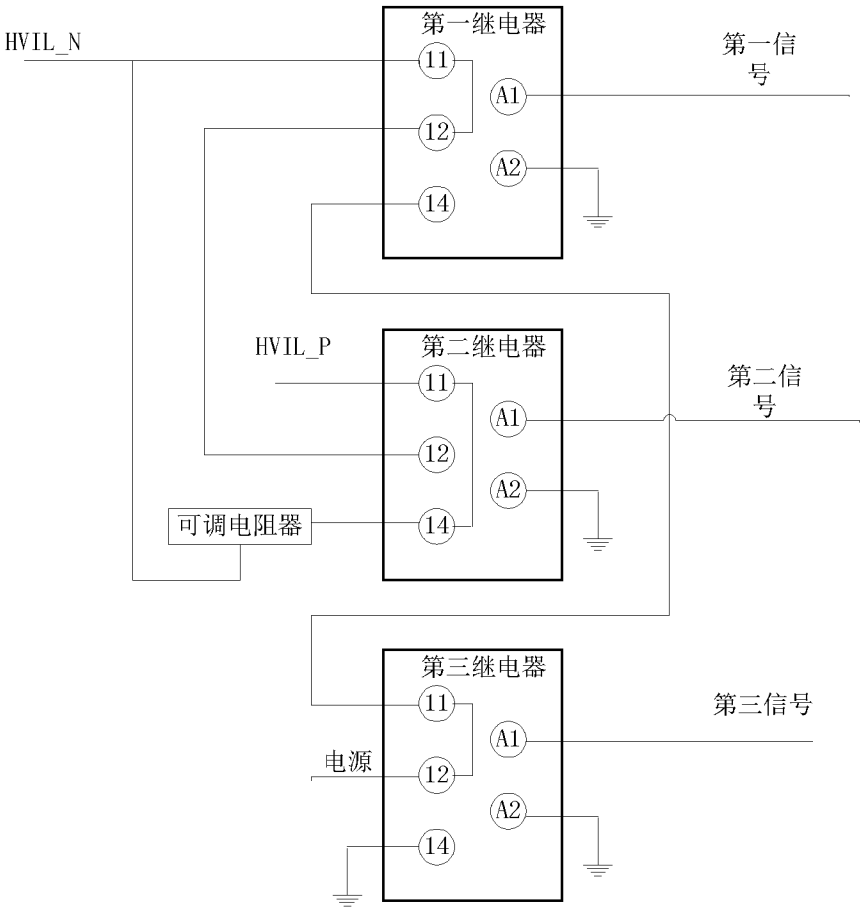

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
可调电阻器
第三继电器
11
12
14
A1
A2
第三信号
电源

图 11

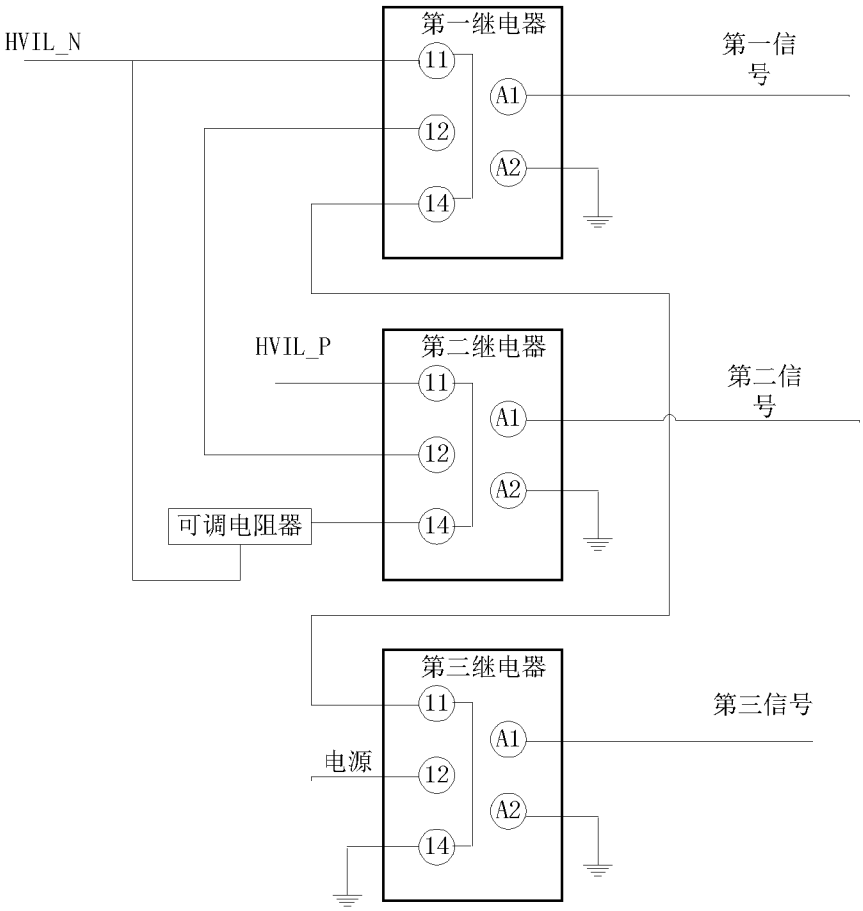

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
可调电阻器
第三继电器
11
12
14
A1
A2
第三信号
电源

图 12

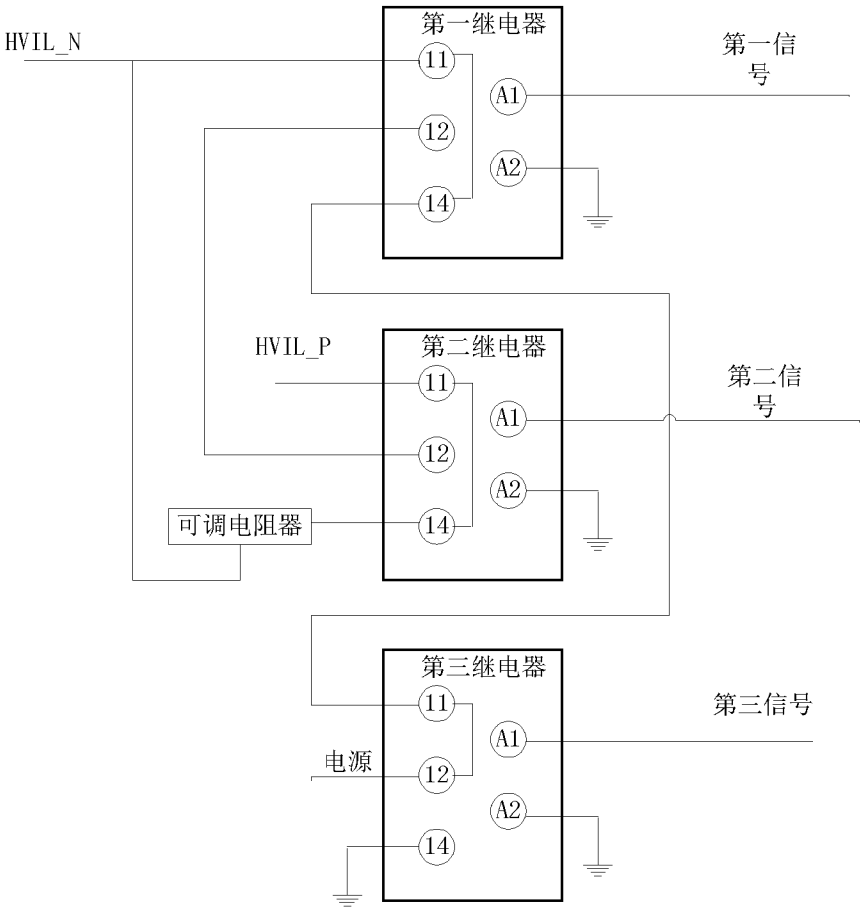

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
可调电阻器
第三继电器
11
12
14
A1
A2
第三信号
电源

图 13

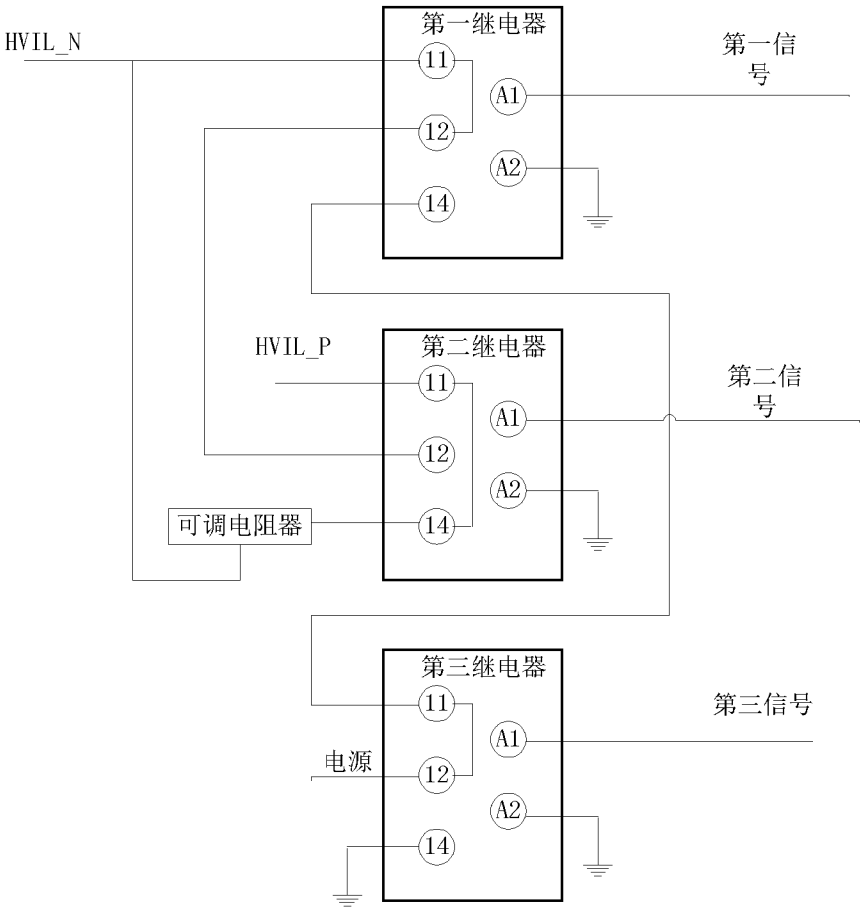

HVIL_N
第一继电器
11
12
14
A1
A2
第一信号
HVIL_P
第二继电器
11
12
14
A1
A2
第二信号
可调电阻器
第三继电器
11
12
14
A1
A2
第三信号
电源

图 14

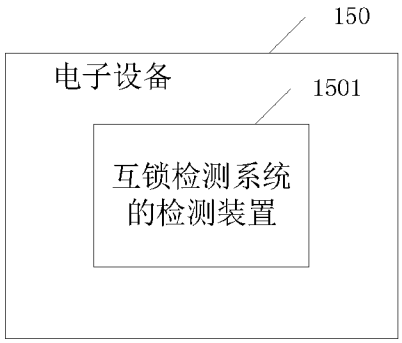

150
电子设备
1501
互锁检测系统的检测装置

图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/098840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 35/00(2006.01)i; G01R 31/00(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)

G01R; B60L

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; CNKI; ENTXTC; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; IEEE: 车, 互锁, 测试, 检测, 高压, 短路, 短接, 开路, 阻抗, 电阻, 阻值, 电抗, 注入, 模拟, 接触器, 继电器, vehicle, interlock, detect, test, high, voltage, short, open, circuit, impedance, resistor, resistance, contactor, relay

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 213275930 U (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 May 2021 (2021-05-25) description, paragraphs [0020]-[0026]	1-17
A	CN 107219437 A (BEIJING ELECTRIC VEHICLE CO., LTD.) 29 September 2017 (2017-09-29) entire document	1-17
A	CN 211478502 U (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 September 2020 (2020-09-11) entire document	1-17
A	CN 107291000 A (LEAR CORP.) 24 October 2017 (2017-10-24) entire document	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
23 November 2022	**18 January 2023**
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/CN2022/098840

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 213275930 U	25 May 2021	None	
CN 107219437 A	29 September 2017	CN 107219437 B	17 December 2019
CN 211478502 U	11 September 2020	None	
CN 107291000 A	24 October 2017	US 2017292982 A1	12 October 2017
		DE 102016226296 A1	12 October 2017
		US 9851387 B2	26 December 2017
		CN 107291000 B	20 November 2018
		DE 102016226296 B4	09 January 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/098840

A. 主题的分类

G01R 35/00(2006.01)i; G01R 31/00(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)

G01R; B60L

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;CNKI;ENTXTC;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;IEEE：车，互锁，测试，检测，高压，短路，短接，开路，阻抗，电阻，阻值，电抗，注入，模拟，接触器，继电器，vehicle，interlock，detect，test，high，voltage，short，open，circuit，impedance，resistor，resistance，contactor，relay

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 213275930 U (蜂巢能源科技有限公司) 2021年5月25日 (2021 - 05 - 25) 说明书第[0020]-[0026]段	1-17
A	CN 107219437 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2017年9月29日 (2017 - 09 - 29) 全文	1-17
A	CN 211478502 U (蜂巢能源科技有限公司) 2020年9月11日 (2020 - 09 - 11) 全文	1-17
A	CN 107291000 A (李尔公司) 2017年10月24日 (2017 - 10 - 24) 全文	1-17

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2022年11月23日	2023年1月18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 秦媛倩 电话号码 (86-512) 88997244

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/098840

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	213275930	U	2021年5月25日	无			
CN	107219437	A	2017年9月29日	CN	107219437	B	2019年12月17日
CN	211478502	U	2020年9月11日	无			
CN	107291000	A	2017年10月24日	US	2017292982	A1	2017年10月12日
				DE	102016226296	A1	2017年10月12日
				US	9851387	B2	2017年12月26日
				CN	107291000	B	2018年11月20日
				DE	102016226296	B4	2020年1月9日