(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 214672453 U
(45)授权公告日 2021.11.09

(21)申请号 202120054320.0

(22)申请日 2021.01.11

(73)专利权人 嘉兴京硅智能技术有限公司
地址 314000 浙江省嘉兴市秀洲区高照街道运河路1355号嘉欣西电产业园1号楼232室

(72)发明人 张进 袁高普 施长云

(74)专利代理机构 杭州伟知新盛专利代理事务所(特殊普通合伙) 33275
代理人 张琛

(51)Int.Cl.
H01H 71/10(2006.01)
H01H 71/50(2006.01)

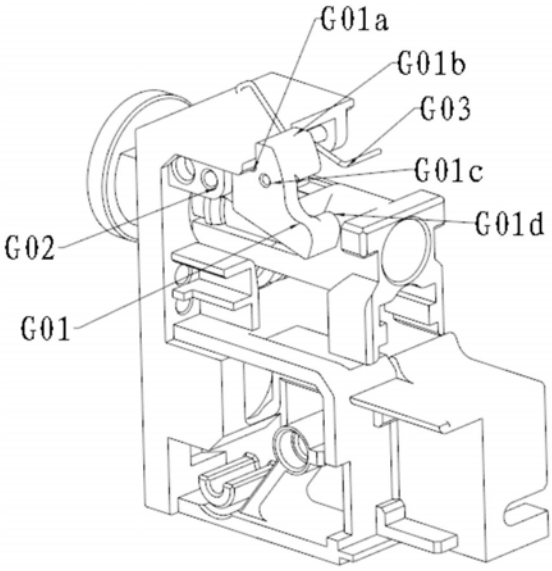
权利要求书1页 说明书13页 附图17页

(54)实用新型名称

一种断路器分闸锁定装置

(57)摘要

本实用新型实施例公开一种断路器分闸锁定装置,包括可转动地安装于断路器外壳的分闸锁定件,分闸锁定件在断路器未被装入配电柜时处于抬起状态,以便阻止断路器机械开关合闸操作机构的手柄朝合闸方向运行而实现分闸锁定。本实用新型实施例断路器可以防止误合闸,提高产品安全性。



CN 214672453 U

1.一种断路器分闸锁定装置，其特征在于，包括可转动地安装于断路器外壳的分闸锁定件，分闸锁定件在断路器未被装入配电柜时处于抬起状态，以便阻止断路器机械开关合闸操作机构的手柄朝合闸方向运行而实现分闸锁定；分闸锁定件第一端可转动地装于断路器外壳上固定的转轴，分闸锁定件第二端设置分闸锁定件锁定部来对手柄进行限位；分闸锁定件配置有复位件，复位件两端分别作用于断路器外壳和分闸锁定件，使得分闸锁定件在未被装入配电柜时处于抬起状态。

2.如权利要求1所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，复位件为扭簧，扭簧一端与断路器外壳固定，另一端插入分闸锁定件弹簧孔。

3.如权利要求2所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，扭簧套装在分闸锁定件的转轴上。

4.如权利要求1所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，分闸锁定件第一端设置分闸锁定件轴套，分闸锁定件轴套中装入转轴。

5.如权利要求1所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，分闸锁定件第二端设置分闸锁定件锁定凸台，分闸锁定件锁定凸台与手柄分闸锁定凸块配合限位。

6.如权利要求5所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，分闸锁定件锁定凸台和手柄分闸锁定凸块分别设置有弧面。

7.如权利要求5所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，分闸锁定件为类三角形块。

8.如权利要求1-7任一项所述的断路器分闸锁定装置，其特征在于，手柄尾部配置有手柄压簧，手柄压簧一端抵接手柄尾部轴孔，手柄压簧另一端抵接底座上的手柄挡板。

一种断路器分闸锁定装置

技术领域

[0001] 本实用新型实施例涉及断路器技术领域，具体涉及一种断路器分闸锁定装置。

背景技术

[0002] 断路器是指能够关合、承载和开断正常回路条件下的电流并能在规定的时间内关合、承载和开断异常回路条件下的电流的开关装置，可以分配电能及对电源线路及电动机等实行保护，当它们发生严重过载或者短路及欠压等故障时能自动切断电路，因而在电力电子系统中得到广泛应用。普通断路器为纯机械式结构，存在电弧问题。也有采用机械+电子混合开关的，单其结构复杂，仅适用于大型交流断路器，也不便于进行控制。这些产品在未装入机柜时也能合闸操作，容易造成误合闸，不安全。有鉴于此，有必要针对现有断路器产品的缺陷予以改进，以满足市场需要。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于提供一种断路器分闸锁定装置，以解决现有技术存在的上述问题，在此基础上进一步优化产品的其它性能。

[0004] 为解决以上技术问题，本实用新型提供的技术方案如下：

[0005] 一种断路器分闸锁定装置，包括可转动地安装于断路器外壳的分闸锁定件，分闸锁定件在断路器未被装入配电柜时处于抬起状态，以便阻止断路器机械开关合闸操作机构的手柄朝合闸方向运行而实现分闸锁定。

[0006] 与现有技术相比，本实用新型实施例断路器在未装入机框时，锁定装置件凸起限定手柄无法合闸，装入机框后锁定件与脱离手柄而使产品可以分闸解锁，由此可以防止误合闸，提高产品安全性。

附图说明

[0007] 图1为本实用新型实施例断路器系统架构图；

[0008] 图2为本实用新型实施例断路器电子系统图；

[0009] 图3a为本实用新型实施例断路器正视方向机构布局图；

[0010] 图3b为本实用新型实施例断路器后视方向机构布局图；

[0011] 图3c为本实用新型实施例断路器侧视方向机构布局图；

[0012] 图4为本实用新型实施例断路器爆炸图；

[0013] 图5a为本实用新型实施例断路器外壳面罩示意图一；

[0014] 图5b为本实用新型实施例断路器外壳面罩示意图二；

[0015] 图6为本实用新型实施例断路器外壳底座局部示意图；

[0016] 图7为本实用新型实施例断路器外壳上盖局部示意图；

[0017] 图8为本实用新型实施例断路器合闸操作机构与动触头及面罩装配图；

[0018] 图9为本实用新型实施例断路器手柄与动触头及触头压簧装配图；

[0019] 图10a为本实用新型实施例断路器手柄示意图一；

[0020] 图10b为本实用新型实施例断路器手柄示意图二；

[0021] 图11为本实用新型实施例断路器动触头示意图；

[0022] 图12为本实用新型实施例断路器操作按钮示意图；

[0023] 图13为本实用新型实施例断路器合闸过程局部示意图；

[0024] 图14为本实用新型实施例断路器合闸时相关机构状态图；

[0025] 图15为本实用新型实施例断路器合闸时相关机构剖视图；

[0026] 图16为本实用新型实施例断路器分闸时相关机构状态图；

[0027] 图17为本实用新型实施例断路器脱扣保护装置相关机构装配图；

[0028] 图18为本实用新型实施例断路器急停装置相关机构与面罩装配图；

[0029] 图19为本实用新型实施例断路器急停按钮示意图；

[0030] 图20为本实用新型实施例断路器分闸锁定装置初始状态相关机构与面罩装配图；

[0031] 图21为本实用新型断路器实施例分闸锁定件示意图；

[0032] 图22为本实用新型实施例断路器分闸锁定装置锁定时相关机构状态图；

[0033] 图23为本实用新型实施例断路器分闸锁定装置解锁时相关机头状态图；

[0034] 图24为本实用新型实施例断路器装入机柜时固定解锁装置相关机构状态图；

[0035] 图25为本实用新型实施例断路器拔出机柜时固定解锁装置相关机构状态图；

[0036] 图26为本实用新型实施例断路器机柜锁定件示意图；

[0037] 图27为本实用新型实施例断路器接线通讯模块示意图；

[0038] 图28为本实用新型实施例断路器进线端接线结构示意图；

[0039] 图29为本实用新型实施例断路器接线弹片示意图；

[0040] 图30为本实用新型实施例断路器出线端接线结构示意图；

[0041] 图31为本实用新型实施例断路器检测指示系统相关机构装配图；

[0042] 图32为本实用新型实施例断路器散热器装配图；

[0043] 图33为本实用新型实施例断路器散热器局部装配图。

具体实施方式

[0044] 以下进一步结合附图对本实用新型实施例进行详细描述。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本实用新型。但是本实用新型能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本实用新型内涵的情况下做类似推广，因此本实用新型不受下面公开的具体实施例的限制。

[0045] 图1-图33分别示出本实用新型实施例断路器主要系统、装置、机构、模块及零部件结构及装配关系，具体说明如下。

[0046] 如图1所示，本实用新型实施例混合式断路器系统架构包括机械系统S100、电子系统S200及接线系统S300，其中机械系统S100具有机械开关，电子系统S200包括配置有电子固态开关器件的功率部分及配置有MCU的控制部分，电子固态开关器件与机械系统的机械开关串接，MCU可以输出电子固态开关器件控制信号来控制电子固态开关器件动作。

[0047] 该断路器配置单片机MCU来对断路器进行监控，便于通过优化时序控制/逻辑控制来集成电子固态开关器件自检、机械开关自检、紧急开关自检而实现全功能自检机制。同

时，可以实时上传故障点及采用状态机控制来清晰地监控整个断路器状态的变换，并便于扩展支持在线/离线配置参数，实现过载、过流、过压、过温保护曲线等的可调，以及实现电量测量/计量及自动通信组网等功能。由此，本实用新型实施例为一种智能型断路器。

[0048] 以下对本实用新型优选实施例的整机及分系统、机构、装置及零部件分别详细进行描述，它们都可构成单独的技术方案使用，可以理解的是，具体制作产品时可根据应用场景选择其中一个或几个方案组合使用。

[0049] 一、电子系统

[0050] 普通断路器为纯机械式开关，存在燃弧问题；也有少数采用机械+电子混合开关的，但结构较为复杂，仅能适用于大型交流断路器。

[0051] 本实用新型实施例就此进行改进，其总体结构上采用机械开关+电子固态开关器件结合类型，其中电子系统配置电子固态开关器件与机械断点串接，并配置MCU进行控制，这样可以实现机械及电子双重故障保护，其结构较为简单，可适用于交直流小型断路器。

[0052] 如图2，断路器电子系统架构设计为：由功率部分(power stage)和控制部分(control stage)组成，具体如下所述。

[0053] 1、功率部分设计

[0054] (1)机械开关Ki，其带有辅助触点，实时反馈通断状态。较优地，机械开关Ki配置机械式急停按钮装置Ke，其带位移传感器，可以实时检测状态。

[0055] (2)电子固态开关器件(SSK)，由MOSFET或IGBT等电子器件组成，其与机械开关串接，两者配合使用，固态开关响应快，且有利于杜绝电弧产生。

[0056] (3)电磁脱扣Trig及其驱动电路FET_trig，配置于机械开关，电磁脱扣机构的动铁芯与合闸锁定机构的合闸锁扣联接，以便故障时通过MCU输出电磁脱扣控制信号来直接关断机械开关。

[0057] 较优地，机械开关Ki与电子固态开关器件SSK之间配置采样电阻Rs(电流为I_s)，以实时反馈电流。此外，机械开关Ki与电子固态开关器件SSK之间配置限流电感Ldi，其并联有电阻(电流为I_in)，以限制电流爬升率(Ldi/dt)，由此可以利用其快速分断能力和快速检测电路，在短路情况下快速(如10μs内)分断电路，从而控制/限制电路电流。

[0058] 进一步地，功率部分配置有温敏传感器Rt1、Rt2、Rt3等，这些温敏传感器分布于断路器接线端位置PA、PB和断路器内部热点位置，用以实时监控温度。通过对断路器两头的接线端采用温度检测监控，并适时采集这些数据上传于客户端，让客户对产品和系统的运行适时掌控，提前获知风险，及时排除故障。

[0059] 2、控制部分设计

[0060] (1)MCU，其内置有I/O端口、数模转换器ADC及同步异步发送器USART等，作为控制部分的核心部件，可以输出电子固态开关器件控制信号来控制电子固态开关器件动作。ADC接入电压信号(Vin)，电流反馈信号(I_n，I_s，)及温度信号(T_t1、T_t2、T_t3，分别对应温敏传感器Rt1、Rt2、Rt3等)等模拟信号并转换为数字信号。MCU内置USART来组成通信单元COM，由此实现数字化通信。此外，MCU联接存贮器EEPROM，以便双向管控数据，记录/调取数据，使得断路器具有技术数据存贮/记忆/分析功能，其历史数据存贮在EEPROM内，其中某些特征量可以比对历史数据，便于实现预警和主动保护；此外，MCU还联接有LED灯，用于管控LED灯来指示断路器整机状态。

[0061] (2)硬件保护电路(hardware protection),采用电流爬升率Ldi/dt与实际负载电流相结合来触发,两者都高于阀值时触发硬件保护电路,直接封锁固态开关门极控制信号(置低),可快至整个响应时间在几十ns内完成,便于在输出短路情况下控制电子固态开关器件快速进入软关断状态,以限制电路过压。

[0062] 优选地,本实用新型实施例获取断路器运行状态检测信号,其中信号输入输出方式为:电压、电流、温度等模拟信号送入MCU及硬件保护电路,其它的传感器信号(如触点位置信号、急停位置信号等)反馈送入MCU以参与逻辑控制,电磁脱扣控制信号(DRV_trig)受控于MCU,电子固态开关器件控制信号(DRV_ssk)受控于硬件保护电路输出信号和MCU输出信号的逻辑组合(DRV-logic)来实现双重保护。较优地,本实用新型还定时监测断路器控制信号和检测信号以及刷新断路器运行状态,并本地存储相应数据或上传相应数据,这样便于用户掌控产品和系统运行状态,由此可提前获知风险并及时排除故障。

[0063] 二、机械系统

[0064] 1、总体结构

[0065] 针对现有产品存在燃弧等问题,本实用新型实施例采用机械触点+电子固态开关器件控制相结合方式,设置电子固态开关器件串联在一起的机械断点及附属的电磁脱扣机构,可以杜绝电弧产生,保证了一个安全可见的机械断点,提升响应速度和分断能力。

[0066] 本实用新型实施例断路器产品设置机械系统及电子系统,电子系统具有由MCU控制的电子固态开关器件,机械系统具有机械开关及电磁脱扣机构,机械开关与电子固态开关器件串联,电子固态开关器件用于实现用电系统软关断,电磁脱扣机构用于通过驱动机械开关分断来实现用电系统硬关断。

[0067] 如图3a-图3c所示,断路器在机械结构上具体设置有外壳A、出线端模块B、进线端模块C、操作按钮机构D、合闸操作机构E、急停按钮机构F、分闸锁定装置G、固定解锁装置H、合闸锁定机构I、触头系统J、电子模块K、通信模块L、电磁脱扣机构M、状态指示模块N、快接模块P、急停分断模块Q、散热模块R、触头检测模块S等装置、机构、模块或零部件等。

[0068] 如图4所示,本实用新型实施例的装置和机构一般由多个零部件组合而成,具体如下所述。

[0069] 外壳A,由面罩A01、底座A02及上盖A03组成,上面设置有若干孔、槽或定位板(块)等,以便为其它零部件提供安装基础。

[0070] 出线端模块B,设置有接线板B01和接线板B02,两者结构相同,外接导线可与这些接线板进行连接。

[0071] 进线端模块C,具有结构相同的两个进线模块,即负极进线模块C01及正极进线模块C02,其中分别设置接线夹来夹紧接入的电极或电线。

[0072] 操作按钮机构D,包括操作按钮D01及按钮压簧D02,与合闸操作机构E联动,用于操控合闸操作机构E。

[0073] 合闸操作机构E,包括手柄E01及手柄压簧E02,上面安装机械开关的动触头和触头压簧,以及可结合或分离地联接合闸锁扣,用于操控机械开关合闸或分闸。

[0074] 急停按钮机构F,包括急停按钮F01及急停压簧F02,配合操作按钮机构D、合闸操作机构E、合闸锁定机构I等,用于在紧急或维修状态时进行紧急分闸。

[0075] 分闸锁定装置G,包括分闸锁定件G01、转轴G02扭簧G03,配合操作按钮机构D、合闸

操作机构E、合闸锁定机构I等作用，在分闸时对合闸操作机构E进行锁定，防止在断路器装入配电柜机柜之前合闸。

[0076] 固定解锁装置H，包括机柜锁定件H01、转轴G02扭簧G03，并配合操作按钮机构D、合闸操作机构E作用，在断路器装入配电柜机柜时，将断路器与配电柜机柜进行锁定，防止合闸通电时断路器非正常拔出；解锁时才能拔出断路器。

[0077] 合闸锁定机构I，包括合闸锁扣I01及锁扣轴I02等，用于合闸时锁定合闸操作机构E，使得机械开关保持接通状态。

[0078] 触头系统J，包括动触头J01、静触头J02及触头压簧J03，动触头J01、静触头J02接触时机械开关接通，接通时触头压簧J03提供必要的接触压力；否则关断。

[0079] 电子模块K，配置电子固态开关器件SSK、MCU等元件，具体参照前文所述。

[0080] 通信模块L，设置于断路器其进线端，其包括模块底座L01，其中设置两个柔性的接线夹L02和接线夹L03来用于通信接线。

[0081] 电磁脱扣机构M，包括动铁芯、电磁线圈及磁簧等，在故障时控制合闸锁定机构I与合闸操作机构E脱离而关断机械开关。

[0082] 状态指示模块N，包括LED灯N02，与触头位置检测微动开关S01一起安装于触头检测电路板N01上，用于指示电子模块上电子固态开关器件工作状态，为维修及检修提供方便。

[0083] 快接模块P，包括相同结构的接线弹片P01及接线弹片P02，用于快速插入外部导线并与相应接线板紧密接触。

[0084] 急停分断模块Q，包括急停微动开关Q02装于PCB(印刷电路板)Q01上，在急停时触发信号至系统来控制电子固态开关器件关断。

[0085] 散热模块R，用于为断路器提供散热措施。

[0086] 触头检测模块S，包括触头位置检测微动开关S01，其和LED灯N02一起安装于触头检测电路板N01上，用于通过检测触头位置，并通过LED灯N02来显示机械开关通断状态及电子固态器件的工作状态。

[0087] 上述断路器通过优化机械部分及电子部分设计方案，得到机电结合的混合式断路器产品，具有较为突出的性能，具体包括但不限于以下方面。

[0088] (1)采用电子固态开关器件+机械开关混合产品。电子模块K使用电子固态开关器件(MOSFET/IGBT)，其设置于电子模块K内来与机械开关的机械断点串联使用，可以对配电柜里面每一个装有本实用新型断路器的支路进行分路控制。相对于传统断路器而言，其固有的过载热双金机构和短路电磁瞬动结构被去除并被电子模块K所取代，由此响应时间由毫秒级降低到微秒级，由于电子固态开关器件响应时间要远远快于机械部件，因而可以快速地响应关断，并可以实现无弧分断。并且，在电子固态开关器件关断后，机械式触头系统J无需分断，发生故障并排除后可远程闭合电子固态开关器件而无需人工复位。

[0089] (2)配置MCU来进行控制。设置MCU并配置存储器、通信模块等零部件后，控制更为灵活方便，可以优化电子器件控制方式。MCU配置硬件保护电路，可以对负载及电源端正反接(表现为过载等)做到绝对保护，一旦识别到正负极反接，将发出信号来启动电磁脱扣机构M，由此使机械断点断开，从而避免设备和负载出现进一步损坏。

[0090] (3)设置脱扣保护装置。一方面，设置与电子固态开关器件串联在一起的机械断点

及附属的电磁脱扣机构M,在故障时通过使合闸操作机构E断开,保证一个安全的可见机械断点。另一方面,还设置急停装置,急停装置的纯机械存在可以保证机械断点的断开安全可靠,在按下急停按钮过程中触发另外一个微动开关来让电子固态器件先行断开,从而避免机械断点带电分断,杜绝电弧的产生。这样,机械断点及其附属机构的存在可起到一个双重保护作用,由此防止单点失效。

[0091] (4)设置分闸锁定装置。防止断路器未插入到配电柜机柜或未插接到位的情况时提前进行合闸,保证断路器及用电系统安全。断路器处于分闸状态时,分闸锁定装置G上的分闸锁定件将会阻挡合闸操作机构手柄的锁定凸块而使其不能合闸。只有产品插入到位后,分闸锁定装置G处于下压状态,分闸锁定件的锁定凸台将不在合闸操作机构手柄的锁定凸块路径上,断路器可自由合闸。合闸操作机构E带动动触头系统J到位后,合闸锁定机构I与合闸操作机构E扣合,使得使机械断点闭合并处于保持状态。

[0092] (5)设置固定解锁装置。防止断路器合闸插入到配电柜机柜时非正常拔出,避免发生事故。产品处于合闸状态时,操作按钮机构D与外壳A前端面齐平,无着力点可以使其处于拔出的状态。只有当产品处于分闸状态时,操作按钮机构D才会凸出外壳A前端面,此时才可以拔出联动的操作按钮及手柄。在断路器合闸插入到配电柜机柜时,只有在按下操作按钮并将操作按钮及手柄拔出后,才能使断路器与机柜之间解锁。拔出过程中,操作按钮机构D的按杆尾部凸块带动固定解锁装置H的机柜锁定件旋转,使得机柜锁定件上的锁定凸台下压,使产品和柜体限位解除。继续拔出操作按钮机构D使产品拔出配电柜。产品只有在分闸的状态下才能被拔出,且无需工具。

[0093] (6)接线系统化且分时接线。产品与外部的通讯接口做成了一个模块化装配在产品内部,采用插拔式,更利于安装维护。同时,接线和通讯模块在接入系统时采用分时接入,通过接线夹上夹紧位置的不同,保证负极先接触,通讯次之,最后正极接触,保证控制电路可靠的先接地,防止产品与系统插拔时产生的冲击影响。

[0094] (7)机械开关触头位置通过相应PCB上布置的微动开关进行检测,动触头在相应位置触发微动开关可以实现机械断点分合闸的信号采集,触头通断状态通过LED灯进行指示,这样便于检修及排除故障。

[0095] 以下分别对断路器合闸装置、脱扣保护装置、急停装置、分闸锁定装置、固定解锁装置及接线系统、检测指示系统、散热系统等部分进行说明,其中部分装置可能涉及到图4中的多个机构、模块或零部件,它们之间配合作用来完成相应功能。

[0096] 如图5a-图7所示,断路器外壳的面罩A01、底座及上盖A03可采用扣合式结构,易于拆装。底座A02主要为相关机构及零部件提供安装基础,其中:底座前部上方主要安装断路器机械方面零部件,前部下方安装出线方面零部件;底座中部安装电控及散热方面零部件;底座后部安装进线方面零部件。底座A02设置设置若干定位板(块)等来为有关零部件举行定位限位,如:手柄及手柄弹簧通过手柄挡板A02d定位及限位,动铁芯及锁扣及通过脱扣定位板A02c定位,急停按钮及急停压簧通过急停挡块A02a限位;等等。底座顶壁定位块A02b与上盖顶壁定位块A03a之间形成机柜锁定件穿越口,底座顶壁定位块A02b与面盖顶壁A01h之间形成分闸解锁件穿越口,其中面盖顶壁A01h设置转轴座A01g来安装转轴G02,该转轴G02为分闸锁定件G01和机柜锁定件H01所共用。为操作方便,面罩前板A01f上设置手柄过孔A01a、急停按钮过孔A01b、LED灯过孔A01c。为便于出线,面罩底壳A01e设置弹片安装腔A01j

及弹片固定座A01k来装配接线弹片P01和接线弹片P02，同时面罩底壳A01e还设置接线板定位柱A01d来对接线板B01和接线板B02进行限位。这样，断路器相关机构及零部件可以较为紧凑地安装于外壳，产品结构紧凑，体积较小。

[0097] 顺便提及的是，下面在描述有关装置结构及安装结构时，请注意同时参见图5a-图7上安装位置。

[0098] 2、合闸装置

[0099] 针对现有产品合闸装置纯机械结构部件多，可靠性不够理想的问题，本实用新型实施例优化合闸操作结构及触头系统结构及布局方式，其结构紧凑，可实现可靠合闸。

[0100] 如图8-图16所示，本实用新型实施例中的机械开关触头系统具有静触头J02、动触头J01和触头压簧J03，静触头J02固定装于断路器外壳底座A02，动触头J01可联动地安装于合闸操作机构手柄E01，通过手柄E01驱动动触头J01来与静触头J02接触，且动触头J01到位后通过合闸锁定机构进行锁定。

[0101] 请同时参见同时图4，本实施例中的手柄E01用于驱动动触头J01来与静触头J02接触并可通过合闸锁定机构进行合闸锁定或分闸脱离。手柄E01中部的手柄体E01f装于断路器外壳，穿过面罩A01上的手柄过孔A01a，手柄E01配置有手柄压簧E02，其一端抵住手柄E01尾端轴孔E01g，一端抵住在底座A02上的手柄挡板A02d。

[0102] 手柄体E01f底部设置有第一座块及第二座块，来安装动触头J01及触头压簧J03，动触头中部J01a贯穿在手柄体E01f底部第一座块上的触头过槽E01a中，并支撑于手柄体底部第一座块上的触头承台E01b，且动触头J01设置有与触头过槽端面限位的动触头凸块J01b，触头压簧J03一端抵接在手柄体E01f底部第二座块上的触头压簧挡部E01c，另一端依附在动触头J01首端弯折部弹簧槽中的触头压簧定位柱J01c。在触头压簧J03的压力下，动触头J01上的动触头凸块J01b和手柄E01上的触头过槽E01a端面限位，保持初始状态。

[0103] 手柄E01的手柄体E01f底部第一座块上设置手柄扣槽E01k来联接合闸锁定机构I的合闸锁扣I01，其中手柄扣槽E01k位于触头过槽E01a下方，两者中间形成触头承台E01b，合闸锁扣I01中部通过锁扣轴I02可转动地同步装配于断路器外壳底座A02，合闸锁扣I01一端设置动铁芯联接部I01d来与电磁脱扣机构M的动铁芯M01联接，合闸锁扣I01的另一端设置合闸锁扣扣合部I01b来进出手柄扣槽E01k以实现结合/分离，这样可使合闸时动触头J01与静触头J02可靠接触。

[0104] 特别地，手柄E01配套可联动的操作按钮机构D。操作按钮机构D包括操作按钮D01和按钮压簧D02，其中操作按钮D01的按帽及按杆D01a一体连接。操作按钮D01的按杆D01a穿过手柄轴腔E01h，其中按帽位于手柄轴腔E01h外部，按杆尾部凸块D01e与手柄轴腔E01h头部缺口对应，按杆侧面凸块D01b置于手柄轴腔侧槽，其中按杆侧面凸块D01b与手柄轴腔侧槽端面限位。按钮压簧D02置于按钮压簧槽并部分外露，且按钮压簧D02的一端抵住操作按钮D01上压簧挡面D01c，另一端抵住手柄E01上压簧挡面E01d以保持限位状态，此时操作按钮D01的按帽内侧面D01d与手柄E01上的手柄轴腔端面E01e限位。

[0105] 合闸时，手指推动操作按钮D01，带动手柄E01、触头系统J中的动触头J01和触头压簧J03。手柄E01的行程大于动触头J01的行程，动触头J01上的触头面J01d先与静触头J02的触头面J01a接触，此时达到行程终点。合闸锁扣I01第一端上的动铁芯联接部I01d与电磁脱扣机构M中的动铁芯M01联动，动铁芯M01在磁簧M03的弹性作用下使合闸锁扣I01第二端上

的扣合部I01b进入手柄扣槽E01k，扣合部的扣杆I01a拉住手柄扣槽端面E01j，由此实现合闸锁定。分闸时，执行相反动作。

[0106] 继续推动操作按钮D01，使手柄E01继续运行直到与底座A02上的手柄挡板A02d限位，此时合闸锁扣I01扣住手柄E01使合闸操作机构D和触头系统J处于合闸状态，手柄压簧E02处于压缩状态，触头压簧J03继续被压缩，给动触头J01提供触头压力。此时，在磁簧M03、手柄压簧E02、触头压簧J03三者作用下，整个系统处于合闸平衡状态。

[0107] 本实用新型断路器中，为更好的发挥合闸装置性能，可进一步结合急停装置、脱扣保护装置及分闸锁定装置等分系统优化断路器整机性能，具体如下所述。

[0108] 3、脱扣保护装置

[0109] 针对现有产品电路部分出现故障时，不能及时断开，风险较高的问题，本实用新型实施例识别到故障时，发信号至电磁脱扣系统，使机械断点断开而分断电路，由此保证故障状态时用电系统可靠分断，提高产品可靠性。

[0110] 如图17所示，并请同时参见图4-图16，本实用新型实施例脱扣保护装置包括在机械开关配置的电磁脱扣机构M，电磁脱扣机构的动铁芯M01与机械开关合闸锁定机构的合闸锁扣I01联接，电磁脱扣驱动电路根据MCU控制信号来使电磁脱扣机构的电磁线圈得/失电来使动铁芯动作，驱动合闸锁扣I01与机械开关合闸操作机构手柄E01脱扣。其中合闸锁扣I01可转动地安装于断路器外壳，具体是合闸I01中部的锁扣轴套I01c装于锁扣轴I02，其中锁扣轴I02安装于外壳底座A02，这样合闸锁扣I01可转动地同步装配于断路器外壳；合闸锁扣的一端的动铁芯联接部I01d来与电磁脱扣机构M的动铁芯M01联接，由此可与电磁脱扣机构的动铁芯M01联动，以便驱动另一端的扣合部I01b来与手柄扣槽E01k结合或分离，其中扣合部I01b头部设置扣杆I01a，其宽于扣合部I01b，合闸时扣杆I01a的内侧面抵住手柄扣槽端面E01jk，分闸时扣杆I01a与手柄扣槽端面E01jk分开。特别地，本实施例断路器配置硬件保护电路，硬件保护电路联接至MCU和电磁脱扣驱动电路，以便由MCU来控制脱扣。

[0111] 在线路出现故障(如过载或者短路等)时，电子模块K中的MCU识别到故障，电子模块K中电子固态开关器件无法承受而需要机械断点断开时，电子模块K中的MCU发出信号驱动电磁脱扣机构M，使得电磁脱扣系统中动铁芯M01在电磁力下克服磁簧M03向上运动，动铁芯M01的联接部M01a与合闸锁扣I01联动，使合闸锁扣I01旋转，合闸锁扣I01上的扣合部I01b脱离手柄扣槽E01k，扣杆I01a的内侧面与手柄扣槽端面E01j分离，手柄E01在手柄压簧E02的释放下，带动动触头J01和静触头J02脱离，使机械断点断开，从而分断电路。

[0112] 此外，本实用新型实施例还进一步通过急停装置来实现辅助脱扣保护，其中急停装置的具体结构及工作原理请进一步参照下文所述。

[0113] 4、急停装置

[0114] 针对现有断路器故障时不能急停，产品风险大的问题，本实用新型实施例设置紧急操作按钮和相应的微动开关，实现机械断点后于电子固态开关器件分断，便于处理应急状态，故障时保护人员和系统安全。

[0115] 如图14-图18所示，本实用新型实施例的断路器急停装置包括急停按钮F01及急停微动开关Q02，急停按钮F01用于在检修或紧急状态时触发急停微动开关Q02发出信号来先行断开电子固态开关器件，之后通过驱动机械开关的合闸锁扣I01与断路器合闸操作机构手柄E01分离来断开机械开关，即通过配置急停按钮F01来实现机械断点先合后分。

[0116] 请同时参见图4-图13，急停装置具体的具体结构及工作过程如下，急停按钮头部F01a穿过断路器外壳面罩A01上急停按钮过孔A01b并通过急停按钮头部台阶F01f限位，急停按钮尾部依在急停按钮压按方向设置有微动开关触发部和合闸锁扣触发部，前者为位于急停按钮尾端的微动开关触发凸块F01c，后者为靠近急停按钮尾端的弧形合闸锁扣触发凹部F01b，两者分别位于急停按钮F01的对侧。这样，急停按钮F01可以先触发固态开关关断，之后驱动合闸锁扣I01的扣合部与手柄E01的手柄扣槽分离而解锁。相应地，急停微动开关装于固定于断路器外壳底座A02的PCB上，在急停按钮F01触动时发出信号。特别地，为便于监测断路器，急停按钮F01配置位移传感器来实时检测状态。

[0117] 较优地，急停按钮F01配置有急停压簧F02，急停压簧F02两端分别抵接急停按钮F01及断路器外壳底座A02来使急停按钮复位，具体是在急停按钮F01中部设置急停压簧运动槽F01d，急停压簧置F02装于急停压簧运动槽F01e，且急停压簧两端F02分别依附于急停按钮上的急停压簧定位柱F01g及外壳底座A02上的急停挡块A02a，按下过程中，急停压簧运动槽F01d在急停挡块A02a前后滑动，并在急停挡块A02a作用下使得急停压簧F02压缩和释放。

[0118] 在检修和紧急状况时，手动按下急停按钮F01，急停按钮头部F01a装配在面罩A01急停按钮过孔A01b中运动，初始状态下，在急停压簧F02的弹力作用下凸出面罩A01表面，急停压簧F02装配在急停按钮F01的急停压簧运动槽F01e内，尾部与底座A02上急停挡块A02a限位，在按下急停按钮F01时，急停按钮F01上微动开关触发凸块F01c先推动微动开关Q02，其中急停微动开关Q02固定在单独PCB上，而PCB固定在底座A02上。急停微动开关Q02被推动后发出信号先行断开电子固态开关器件使其先行断开。之后急停装置F01上合闸锁扣触发凹部F01b按下合闸锁扣I01上扣合部I01b，使合闸锁扣I01上扣合部I01b与手柄E01的手柄扣槽E01k脱离，操作按钮E01在按钮压簧E02的释放下，带动动触头J01和静触头J02脱离，手柄E01第二座块的限位端面E01n在触碰到面罩A01前板A01f后停止运动，保持分闸状态，使机械断点断开，从而分断电路。松开急停装置F01后，在急停压簧F02的作用下，急停装置F01复位，急停装置F01上的头部台阶F01f与面罩A01的前板A01f限位，使其回到初始位置。

[0119] 5、分闸锁定装置

[0120] 针对现有断路器在未装入机柜时能合闸操作，容易造成误合闸而不安全的问题，本实用新型实施例未装入机框时，锁定装置对合闸装置限位而无法合闸。装入机框后，锁定装置对合闸装置限位解锁，此后可以可靠合闸。这样可以防止误合闸，提高安全性。

[0121] 如图19-图22所示，本实用新型实施例的断路器分闸锁定装置，包括可转动地安装于断路器外壳的分闸锁定件G01，分闸锁定件G01在断路器未被装入配电柜机柜或未装入到位时处于抬起状态，以便阻止机械开关合闸操作机构的手柄E01朝合闸方向运行而实现分闸锁定。

[0122] 该分闸锁定件G01为类三角形块，其第一端的分闸锁定件轴套G01e的轴孔中装入转轴G02，其中转轴G02固定在面罩A01的转轴座A01g中。

[0123] 请同时参见图3-图18，分闸锁定件第二端设置有分闸锁定件锁定部来对手柄进行限位，具体是在分闸锁定件G01第二端设置锁定凸台G01d，分闸锁定件端部的锁定凸台G01d与手柄E01尾端的锁定凸块E01m配合限位，其中分闸锁定件锁定凸台G01d和手柄锁定凸块E01m分别配置有弧面，即两者形成凸轮结构。分闸锁定件G01配置有复位件，其两端分别作

用于断路器外壳和分闸锁定件G01，使得分闸锁定件G01在未被装入配电柜时处于抬起状态，其中该复位件具体为扭簧G03，其套装在分闸锁定件转轴G02上，一脚抵接断路器外壳，另一脚插入在分闸锁定件G01的弹簧承孔G01c中。这样，扭簧G03使分闸锁定件G01在分闸时处于抬起状态。此处，手柄E01尾部配置有手柄压簧E02，分闸时时手柄成复位状态。

[0124] 在产品未装入配电柜时，初始状态处于分闸状态，此时操作按钮D01和手柄E01处于凸出状态，分闸锁定件G01在扭簧G03弹簧力的作用下处于抬起状态，此时分闸锁定件G01上中部限位凸台G01b侧面与面罩A01的分闸锁定件过孔侧面限位。手柄E01上的锁定凸块E01m被分闸锁定件G01上的锁定凸台G01d限位，使得手柄E01无法朝合闸方向运动。只有在装入配电柜后，分闸锁定件G01在配电柜机柜作用下始终处于被下压状态，此时分闸锁定件顶面G01a与面罩A01内壁限位，而手柄E01上的锁定凸块E01m和分闸锁定件G01上的锁定凸台G01d处于让位状态，由此使得手柄E01可以自由合闸。

[0125] 同时，若装配时断路器初始状态不处于分闸状态，即处于合闸状态时，分闸锁定件G01在扭簧G02的作用下处于抬起状态，此时拉动手柄E01，拉动过程中分闸锁定件G01被手柄E01上的解锁凸柱E01d下压，从而使产品分闸，分闸后分闸锁定件G01在扭簧G02的作用下重新抬起，保持分闸锁定状态。

[0126] 6、固定解锁装置

[0127] 对于现有产品正常拔出时需要工具，在通电状态下存在被误拔出的风险，本实用新型实施例通过控制固定解锁装置转动来与配电柜卡槽分离，简单通过拔出操作按钮来使整个产品脱离配电柜，操作简便，安全性高。

[0128] 如图23-图26所示，本实用新型实施例的断路器固定解锁装置包括机柜锁定件H01及机柜解锁件。机柜锁定件H01可转动地装于断路器外壳，且机柜锁定件H01在断路器装入配电柜机柜时处于抬起状态，而使得机柜锁定件锁定凸台H01d外露于断路器外壳并与配电柜机柜卡槽配合限位。机柜解锁件插设在外壳面罩A02内，上面设置用于带动机柜锁定件H01下摆的解锁部，用于驱动机柜锁定件H01下摆来使机柜锁定件锁定凸台脱离配电柜机柜卡槽；当机柜解锁件拔出后，机柜解锁件带动机柜锁定件H01下摆，使得机柜锁定件H01上第一凸起H01d下移进入外壳底盖A02和上盖A03之间的腔内，由此实现断路器与机柜解锁。

[0129] 本实施例中，机柜锁定件H01为类三角形块，其一端设置第一凸起H01e，第一凸起H01e上设置轴套来穿入转轴G02，其中转轴G02的两端连接在断路器外壳内侧壁上，使得机柜锁定件H01以转轴G02为中心摆动。机柜锁定件H01一端设有向上的第二凸起H01d，第二凸起H01d作为机柜锁定件的锁定凸台穿过外壳底盖A02和上盖A03之间机柜锁定件穿越口，该第二凸起H01d的一侧面为弧形面，在断路器装入机柜时，机柜碰触到弧形面而机柜锁定件H01小幅度下摆，断路器装入机柜到位后，机柜锁定件H01在扭簧G03的作用力下自动上摆，这样便于断路器顺利装入配电柜机柜并进行锁定。机柜锁定件H01的中部下端设有连接块，连接块部上设有第三凸起H01b，第三凸起H01b作为机柜锁定件H01的解锁部来承受机柜解锁件的外力，由此进行下摆，使得机柜锁定件锁定凸台脱离配电柜机柜卡槽。

[0130] 同时参考图4-图22，本实施例中的机柜解锁件包括联动的手柄E01及操作按钮D01，手柄E01内设手柄轴腔，操作按钮D01包括圆形按盖和连接在按盖底部的按杆，按杆插入手柄轴腔E01h内。所述手柄轴腔的两侧设有手柄轴腔侧槽，按杆的两侧设有按杆侧面凸块D01b，该按杆侧面凸块位于手柄轴腔侧槽内且与手柄轴腔侧槽滑动联接，其装配关系请

进一步参见前文内容。这样，操作按钮D01与手柄E01可以形成联动。通过按杆尾部凸块D01e与机柜锁定件H01上的第三凸起H01b配合可实现解锁，当向外拖动操作按钮D01及手柄E01时，第三凸起H01b带动机柜锁定件H01向下摆动，而使得机柜锁定件H01上第二凸起即锁定凸台脱离配电柜机柜卡槽来进行解锁。

[0131] 本实施例中，机柜锁定件H01配置有复位件，其两端分别作用于断路器外壳和机柜锁定件H01，使得机柜锁定件在被装入配电柜并到位时处于抬起状态，其中复位件为具体为扭簧G03，其套装在机柜锁定件的转轴G02上，一脚抵接断路器外壳，另一脚插入在机柜锁定件H01的弹簧承孔H01c中。这样，扭簧使机柜锁定件在分闸时处于抬起状态。

[0132] 顺便说明的是，为简化结构，以上的转轴G02与扭簧G03由机柜锁定件H01与分闸锁定件G01共用，这样使断路器产品更为结构紧凑；当然它们也可分开设置。

[0133] 产品合闸时，在扭簧G03弹簧力作用下，机柜锁定件H01处于抬起状态，机柜锁定件H01上侧边H01a与上盖A03顶壁A03a限位。如图24所示，机柜锁定件H01上第二凸起H01d与配电柜卡槽限位，整个产品不能被拔出。此时按动急停按钮，手柄E01在分闸过程中有一定位移，不触碰机柜锁定件H01，如25图所示，可以可靠分闸。只有在图25所示分闸状态时，此时操作按钮D01上操作按钮尾部凸块D01e靠近固定机柜锁定件H01上第三凸起H01b，在手动拔出手柄E01时，并同步拔出操作按钮D01，固定机柜解锁块H01b带动操作按钮D01上操作按钮尾部凸块D01e来使机柜锁定件H01转动，使其机柜挡块H01d与机柜卡槽分离，此后操作按钮D01上按杆侧面凸块D01b与手柄E01上特征E01d限位，操作按钮停止拔出，继续拔出操作按钮D01可以使整个产品脱离配电柜。拔出后，操作按钮D01在按钮压簧D02的作用下与手柄E01继续保持贴紧状态，机柜锁定件H01在扭簧G03的作用下恢复到抬起凸出状态。

[0134] 7、接线系统

[0135] 接线系统包括进线端系统和出线端系统，其中进线端系统设置有正极进线模块、负极进线模块和通信模块，出线端系统包括两套接线板及接线弹片。

[0136] 如图27所示，本实用新型实施例的通信模块包含模块底座L01和接线夹L02与L03，接线夹L02与L02为柔性接线夹，它们装配在模块底座L01的相应凹槽L01a内，模块化结构更方便接线和安装，同时可根据系统通讯需求增加到4个接线夹。

[0137] 如图28所示，本实用新型实施例中具体的接线方式如下。负极进线模块C01的接线夹夹紧部、通信模块L01的接线夹夹紧部、正极进线模块C02的接线夹夹紧部在插入方向上依序排布而不是位于同一位置，即这些接线夹的夹紧部位置至进线端口的距离从小到大排列，由此便于电力及通信进线分时接入。在整个断路器产品横向插入机柜时，母排先接触到负极进线模块C01的接线夹夹紧部，通信模块L01的接线夹夹紧部次之，正极进线模块C02的接线夹夹紧部最后。电极进线和通讯接线在接入系统时采用分时接入，通过各接线夹上夹紧特征位置的不同，保证负极先接触，通讯次之接触，最后正极接触，保证控制电路可靠地先接地，防止与系统插拔时产生的冲击影响。

[0138] 如图29-图30所示，本实用新型实施例的出线端系统采用快速接线方式，接线弹片P01的卷曲部P01c安装在面罩A01的弹片安装腔A01j内，同时接线弹片P01的卷曲部P01c绕在弹片安装腔A01j中的弹片固定座A01k上，同时接线弹片的限位部P01a与面罩A01上弹片安装腔A01j的限位部配合限位，从面罩A01的相应接线孔内用手动工具或直接插入导线来与接线板B01接触，在弹片压紧部P01b的形变下保持导线和接线板B01联接，在此过程中弹

片P01限位部P01a和A01j的相应限位可有效的防止弹片转动，保证了弹片接线的形变量，使接线更加可靠，整个出线端系统接线集成在面罩A01中，通过面罩内的相应限位特征固定和隔离，简单方便。

[0139] 8、检测指示系统

[0140] 如图31所示，在分合闸的过程中，动触头J01动作时，其上的动触头凸块J01b在相应位置会触发所示的微动开关S01，从而给出信号到系统，以指示机械开关通断状态。位置检测所需微动开关和指示固态开关器件分合状态的LED灯固定在相应的印刷电路板(PCB)N01上，该PCB具体装配在外壳面罩和底座A02之间。

[0141] 这样，触头位置检测到系统出现故障需要机械断点断开时发出脱扣信号，由此可以有效地响应结果到系统，形成一个逻辑闭环，从而保证系统和人员的安全得到最大保护。同时，设置固态开关的LED灯的状态指示，可以保证检修人员很快地发现故障线路，方便维保人员检修故障线路。

[0142] 9、散热系统

[0143] 本实用新型实施例中，散热器R01采用铝材挤压一次成型，其和外壳拼装采用卡扣形式，无需传统散热器设计那样需要打螺钉固定且需对型材二次加工。

[0144] 如图32-图33所示，本实用新型设计的散热器R01从外壳上方通过卡槽R01b和R01c卡入底座A02上的散热器插槽A02e和散热器插槽A02h中。插入完成后，电子模块中线路板K01的板体K01a通过底座A02上的卡块A02g及卡块A02f卡住挡住散热器R01，防止其前后移动。在盖好上盖A03后，上盖散热盖板A03b盖住散热器侧壁R01a，防止散热器上下移动。从而使散热器牢牢固定。

[0145] 这样，本实用新型涉及的散热器不但结构简单，而且装配工艺简化，更利于工业化生产制造。

[0146] 本实用新型断路器的以上优选实施例主要适用于低压直流配电使用环境，其针对现有技术的多种缺陷进行了改进，相对于传统插入式断路器产品具有以下优点。

[0147] 1、现有小型断路器过载保护一般采用热双金保护机构，瞬时短路保护一般采用电磁瞬动机构进行短路保护，响应时间为毫秒级，会伴随电弧的产生，响应时间较长不利于分断。本实用新型借助电子固态开关器件和机械结构的结合，剔除了热双金和电磁瞬动机构以及灭弧机构，实现了无弧分断，提升响应速度和分断能力和使用寿命。

[0148] 2、现有小型断路器只有单个机械断点，在故障机械断点不能分断时会使负载设备出现故障风险无法保护的情况。本实用新型的以上优选实施例通过结合固态开关和机械断点对负载设备进行双重保护，防止单点失效。

[0149] 3、现有小型断路器在用于有极性要求的情况时，除了有明确标识说明正负极外，实际施工过程中有时会出现反接的问题，由此导致设备出现故障风险。本实用新型的以上优选实施例通过借助电子器件识别电压方向来触发脱扣机构而使机械断点断开，解决正负极反接问题。

[0150] 4、现有小型断路器在故障脱扣后，每次都需要人为手动地去复位，没有选择性保护，不能通过设置故障类型进行非人工复位。本实用新型的以上优选实施例通过固态开关优先于机械断点地先行断开逻辑，在故障排除后仅需闭合固态器件，即可远程通讯恢复供电，无需人工复位。

[0151] 5、现有小型断路器需要借助继电器对配电柜的支路进行统一开合和分断，不可分路控制。本实用新型借助固态开关器件和可通讯的接口，可对各路负载进行单独控制。

[0152] 6、现有小型断路器在遇到紧急情况时没有明确标识的操作措施，缺少急停的单独操作机构，使人员和设备的风险提升。本实用新型的以上优选实施例通过设计急停按钮与脱扣机构联动，在紧急情况下迅速断开机械断点，减少故障对用电系统的进一步伤害。

[0153] 7、现有小型断路器在未装入机柜时就能进行合闸操作，容易造成误合闸。不能保证断路器安装和使用的安全性。本实用新型的以上优选实施例通过机械的分闸锁定装置可以实现在开关没有插入式不可合闸，从而避免误操作。

[0154] 8、现有小型断路器安装到位后，在通电状态下存在被误拔出的风险，一则不利于断路器可靠稳定地工作，二来也存在安全隐患。本实用新型的以上优选实施例通过机械固定解锁锁定装置可以做到在非分闸状态不可拔出，从而减少了通电状态下误拔出的风险。

[0155] 9、现有小型断路器一般采用弹片将产品锁定在机柜中，从机柜中解锁取出时需要借助附加工具，操作不方便。本实用新型的以上优选实施例通过机械的解锁机构可以实现产品在分闸后无需附加工具即可实现锁定和拔出。

[0156] 10、现有小型断路器品与外界的接口要不是单点不能通信，要不是直接外接线进行通讯。本实用新型的以上优选实施例通过外部的通讯接口做成了一个模块化装配在产品内部，采用插拔式更利于安装维护。

[0157] 11、现有小型断路器在接线时采用的是同步接触。本实用新型的以上优选实施例通过接线和通讯模块在接入系统时采用分时接入，通过接线夹上夹紧特征位置的不同，保证负极先接触，通讯次之，最后正极接触，保证控制电路可靠的先接地，防止与系统插拔时产生的冲击影响。

[0158] 以上仅是本实用新型的优选实施方式，应当指出的是，上述优选实施方式不应视为对本实用新型的限制，本实用新型的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型的精神和范围内，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

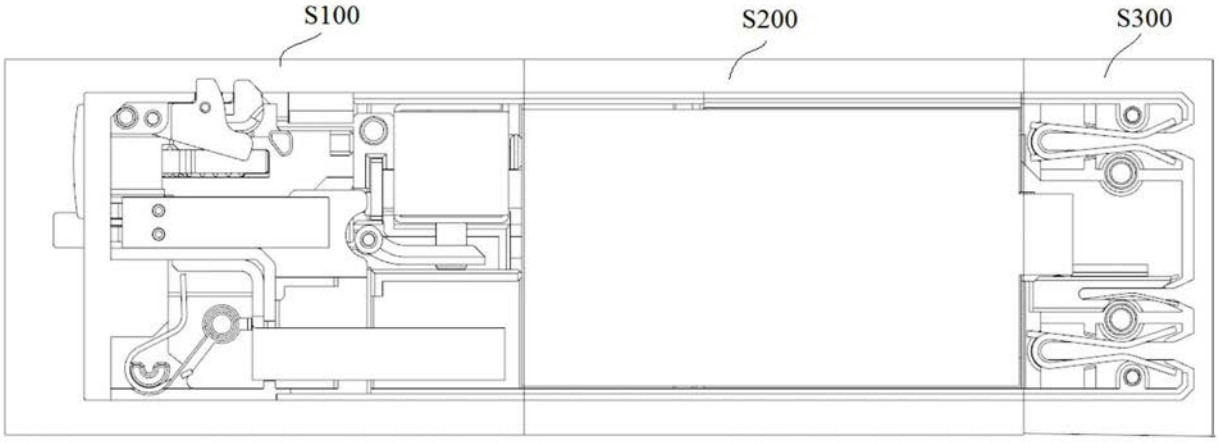

S100
S200
S300

图1

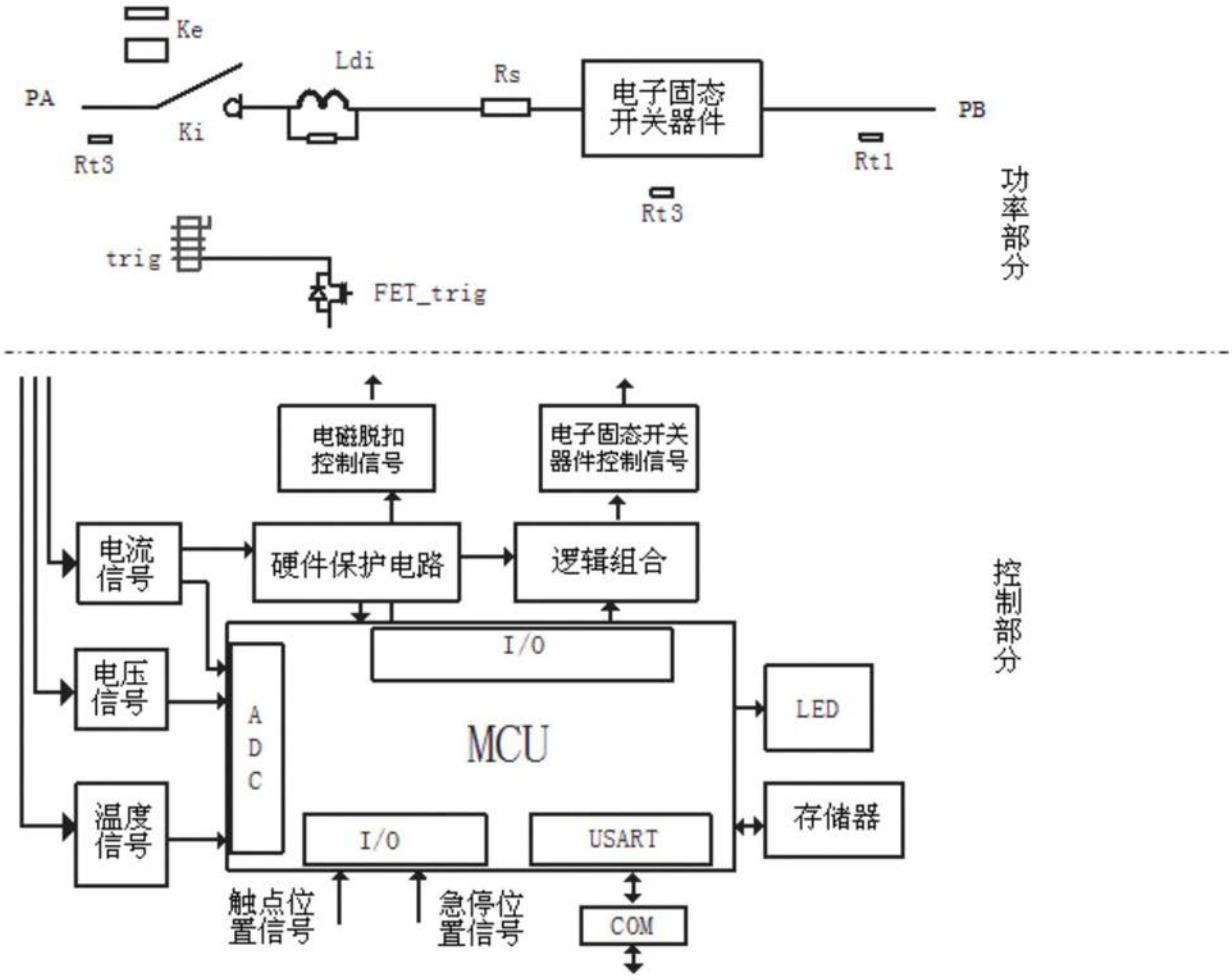

Ke
PA
Ki
Ldi
Rs
电子固态
开关器件
PB
Rt3
Rt1
Rt3
trig
FET_trig
功率部分
电磁脱扣
控制信号
电子固态开关
器件控制信号
电流
信号
硬件保护电路
逻辑组合
电压
信号
温度
信号
ADC
I/O
MCU
LED
存储器
I/O
USART
COM
触点位
置信号
急停位
置信号
控制部分

图2

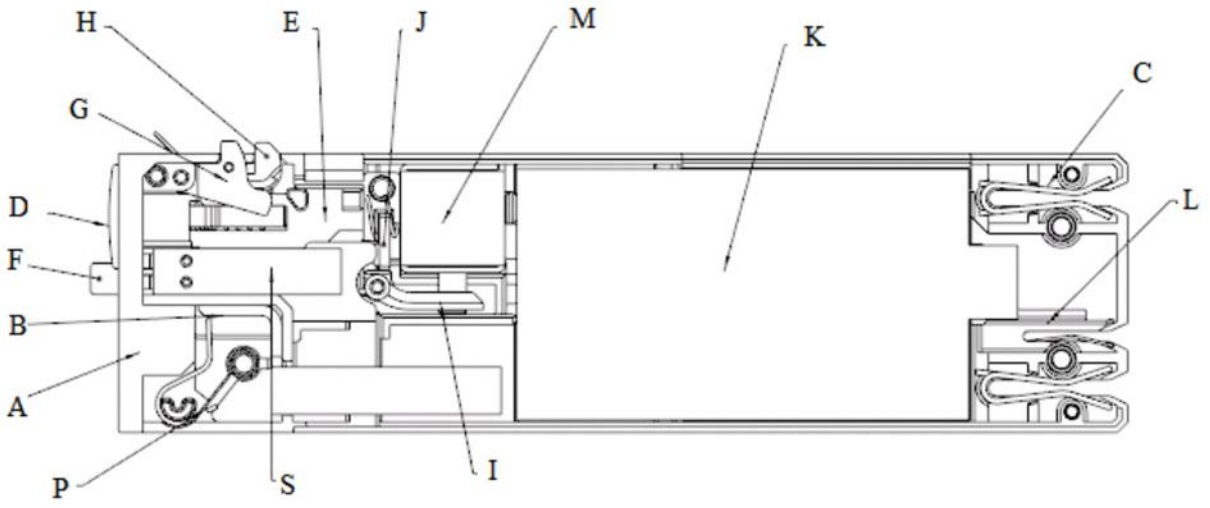


图3a

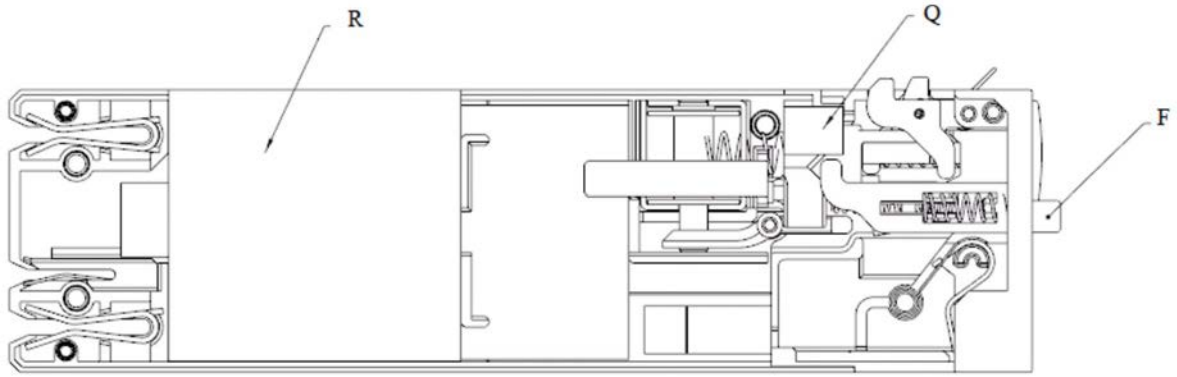


图3b

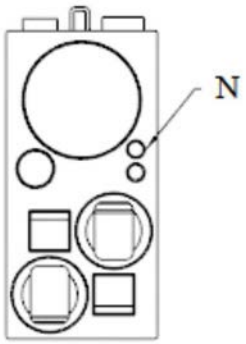


图3c

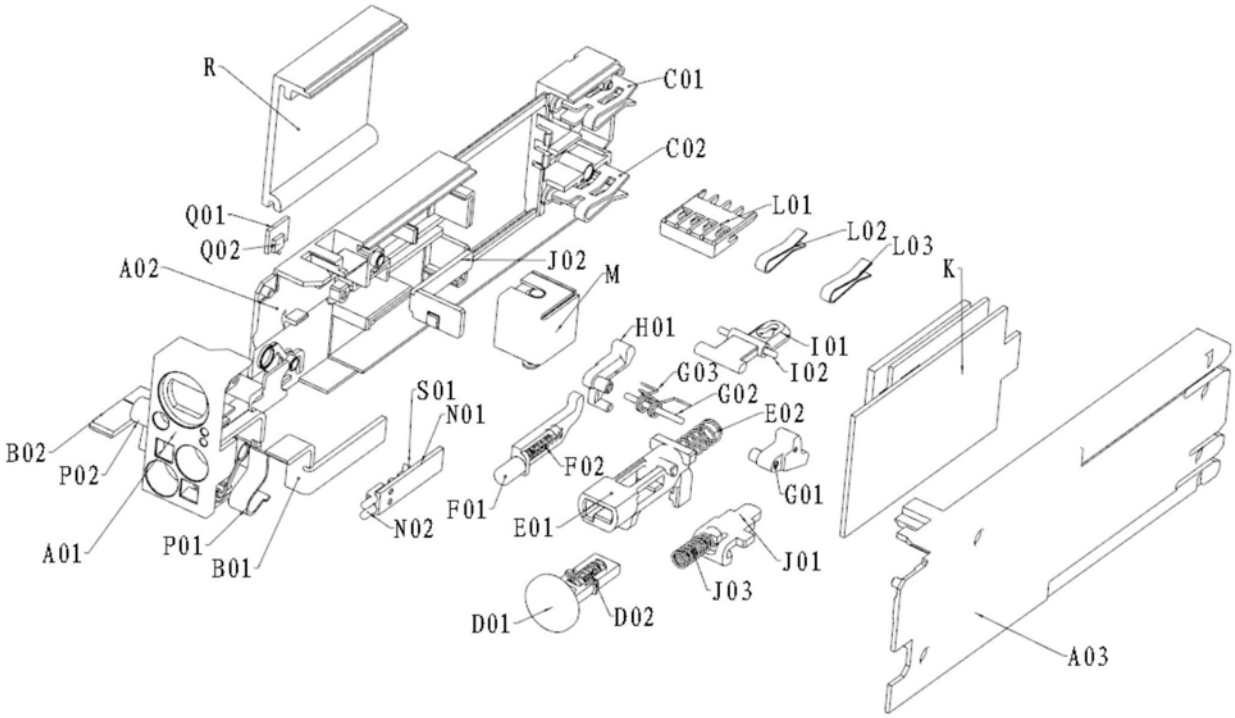

R
C01
C02
Q01
Q02
A02
J02
M
L01
L02
L03
K
H01
I01
I02
G03
G02
E02
S01
N01
B02
P02
F02
G01
F01
E01
N02
A01
P01
B01
J01
J03
D01
D02
A03

图4

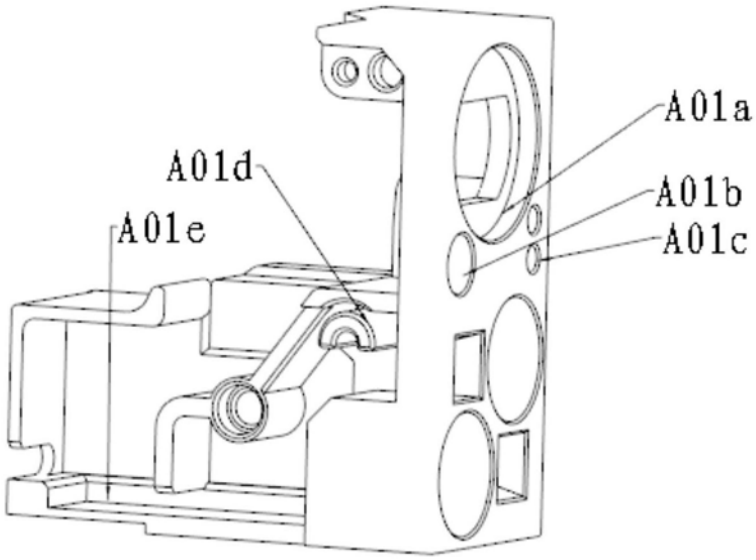

A01a
A01d
A01b
A01e
A01c

图5a

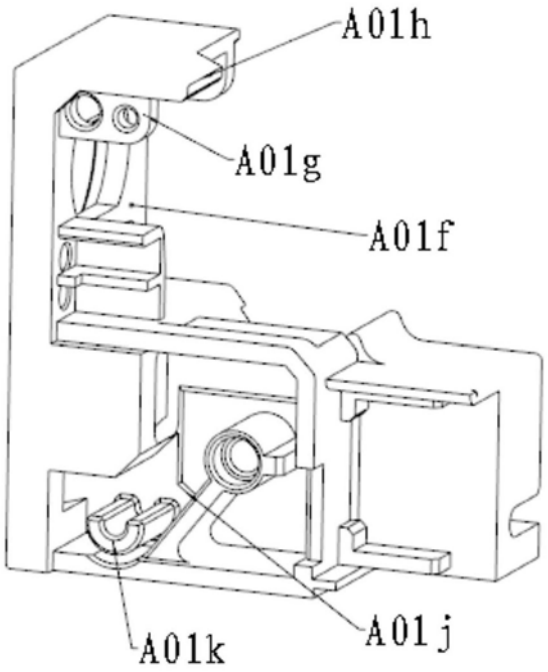


图5b

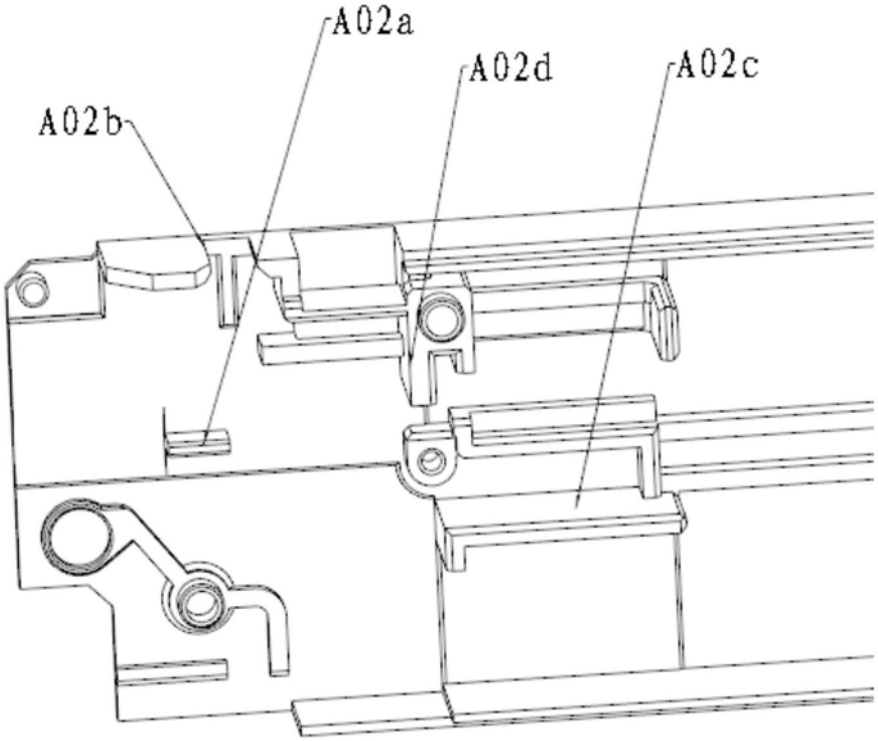


图6

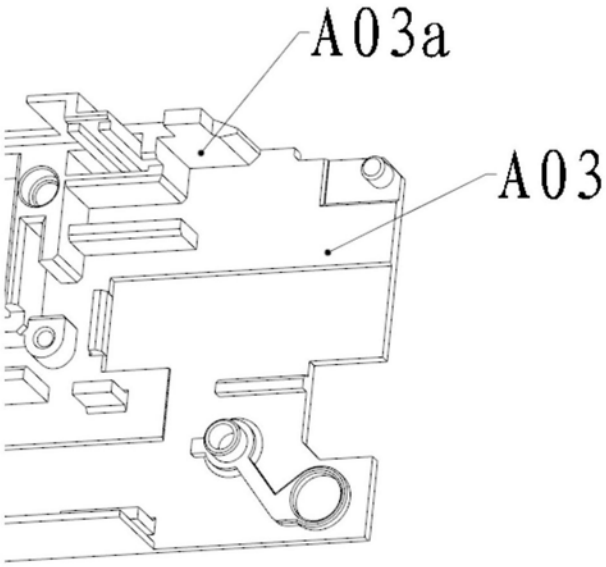

A03a
A03

图7

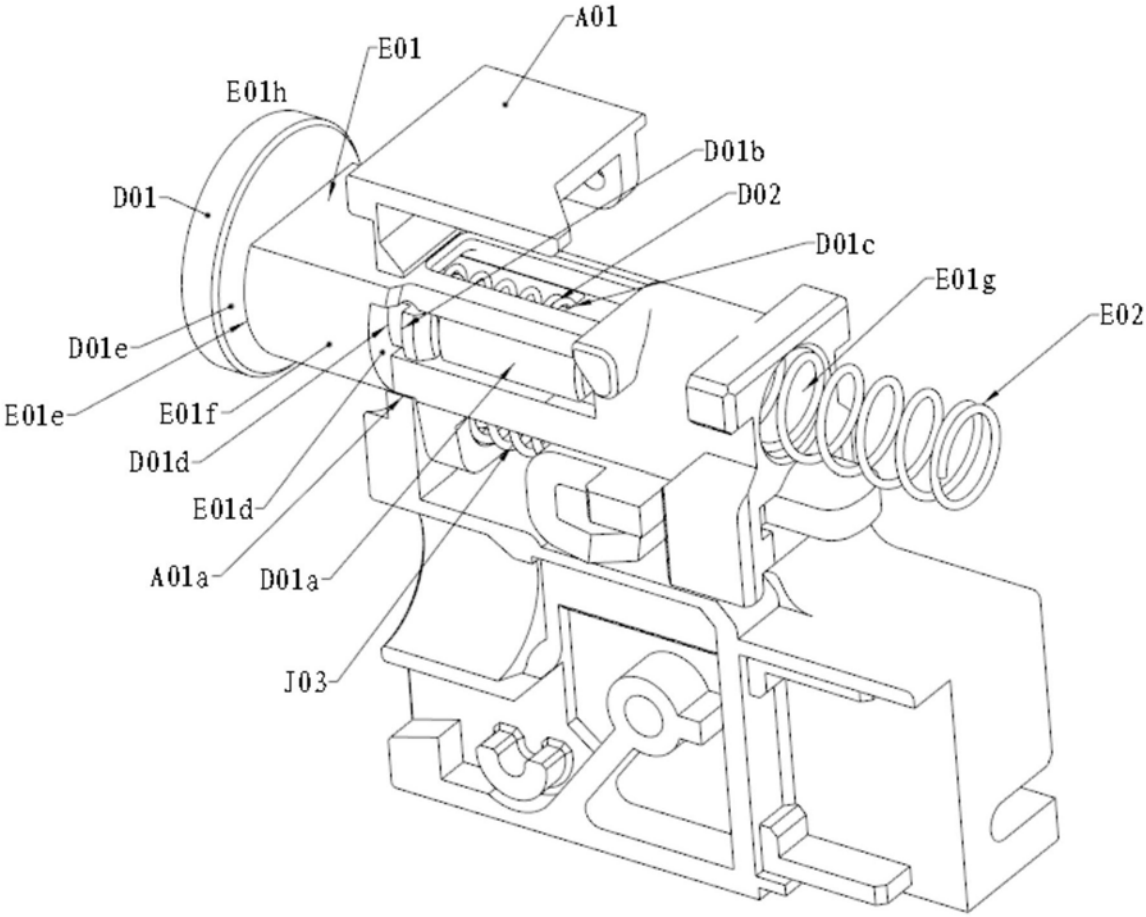

A01
E01
E01h
D01b
D01
D02
D01c
E01g
E02
D01e
E01e
E01f
D01d
E01d
A01a
D01a
J03

图8

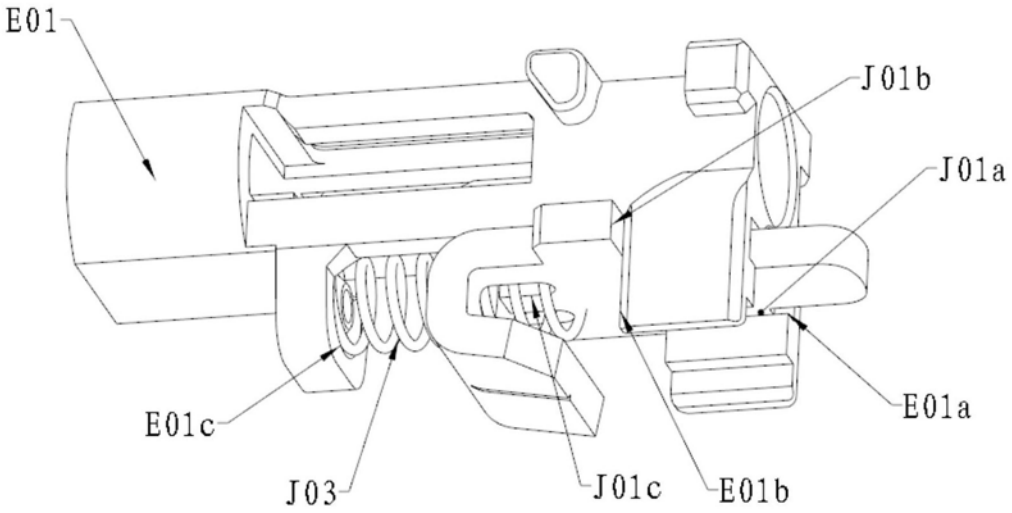

E01
J01b
J01a
E01c
E01a
J03
J01c
E01b

图9

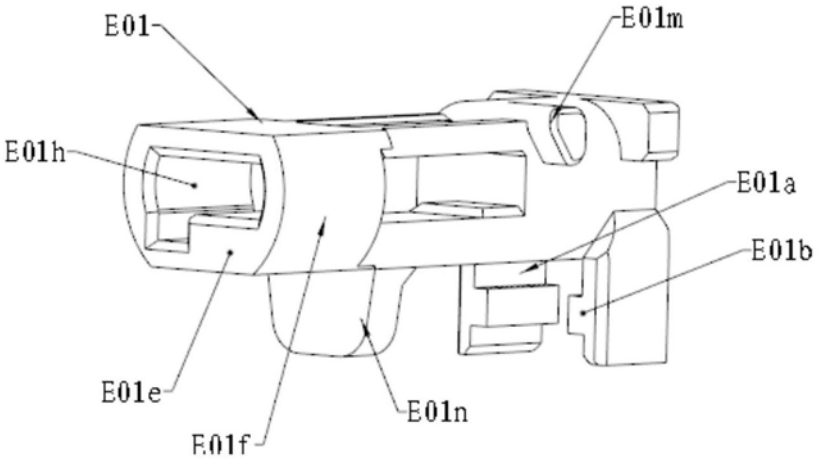

E01
E01m
E01h
E01a
E01b
E01e
E01n
E01f

图10a

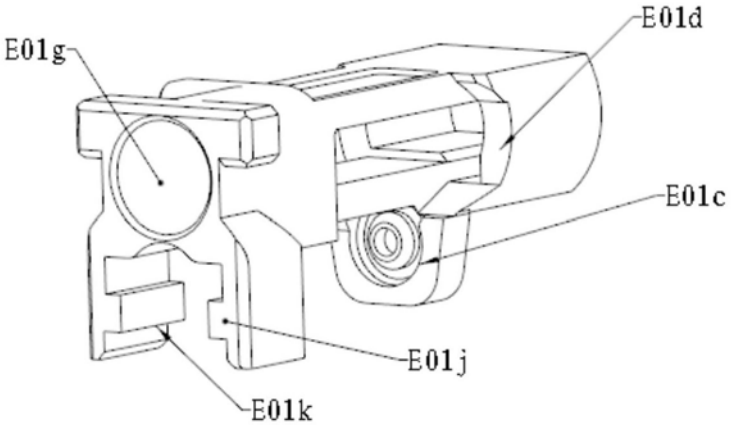

E01g
E01d
E01c
E01j
E01k

图10b

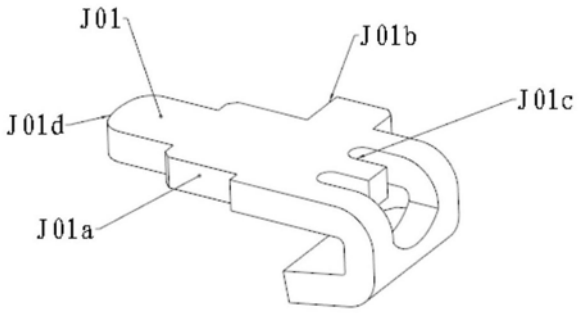

J01
J01b
J01c
J01d
J01a

图11

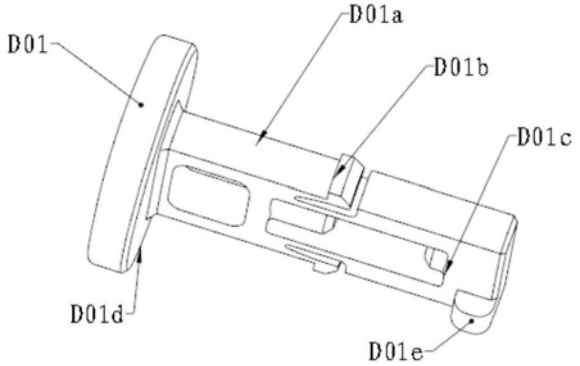

D01a
D01
D01b
D01c
D01d
D01e

图12

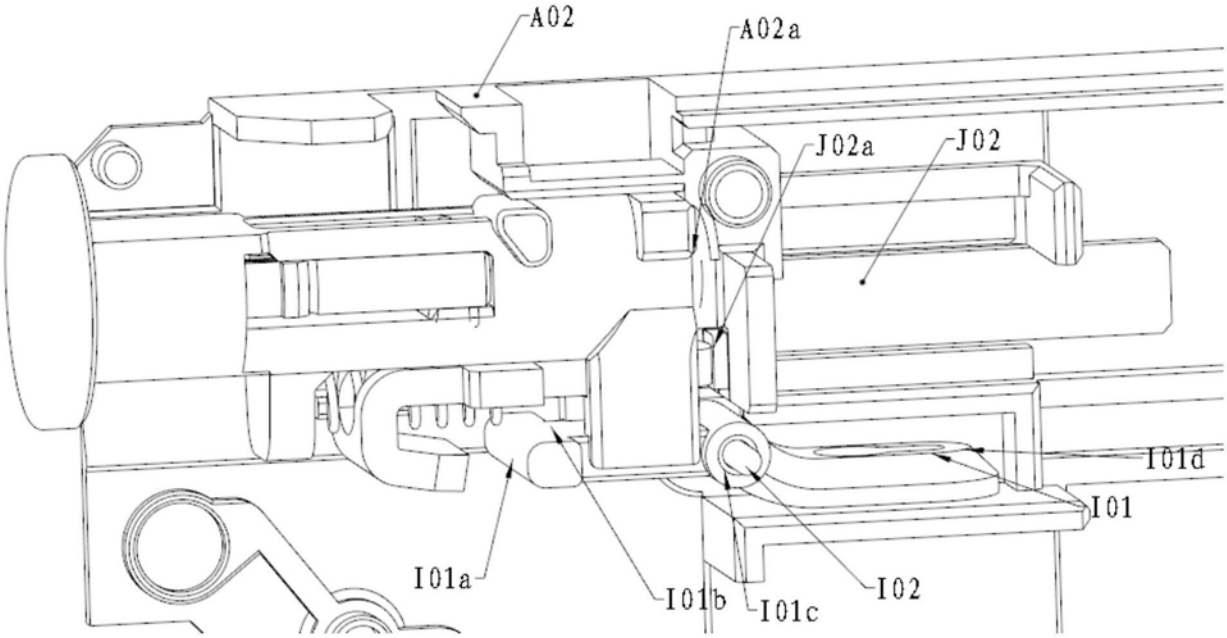

A02
A02a
J02a
J02
I01d
I01
I01a
I01b
I01c
I02

图13

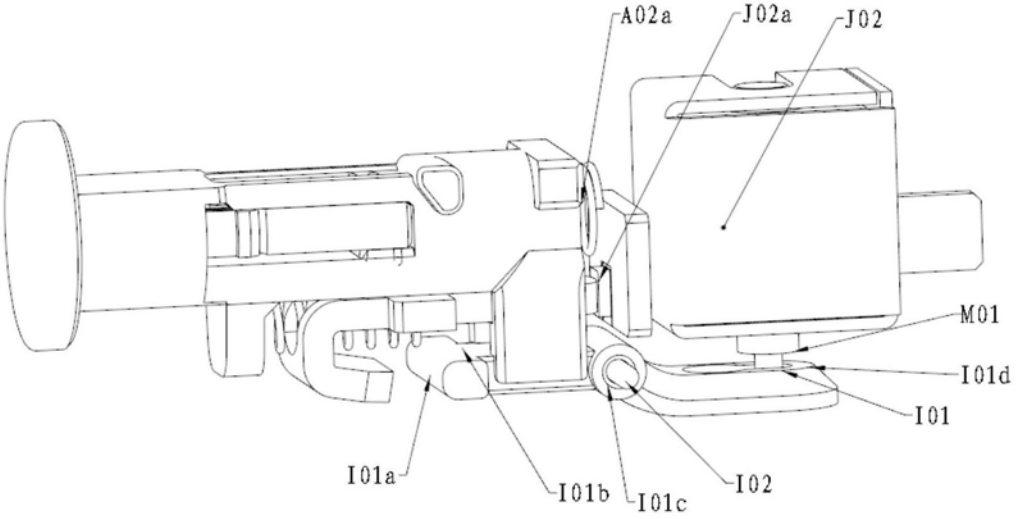

A02a
J02a
J02
M01
I01d
I01
I01a
I01b
I01c
I02

图14

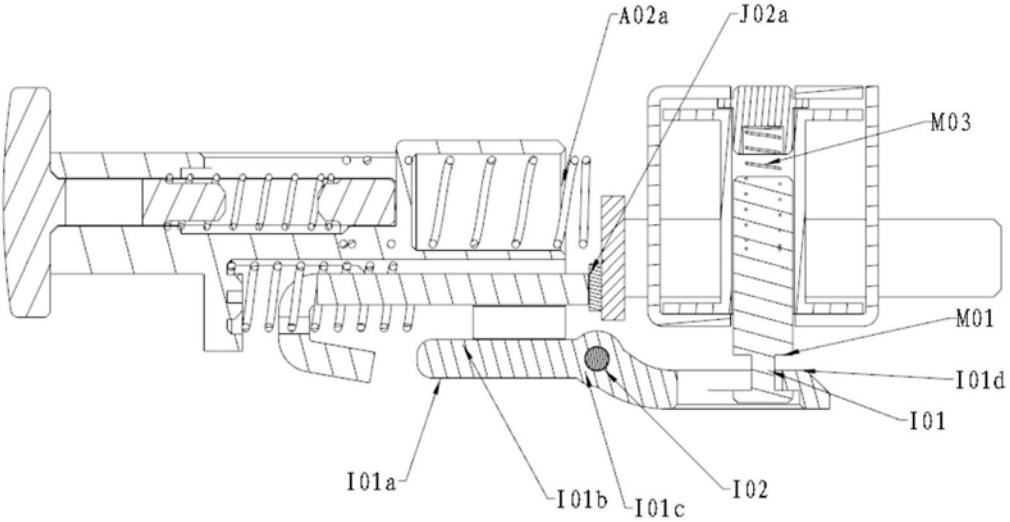

A02a
J02a
M03
M01
I01d
I01
I01a
I01b
I01c
I02

图15

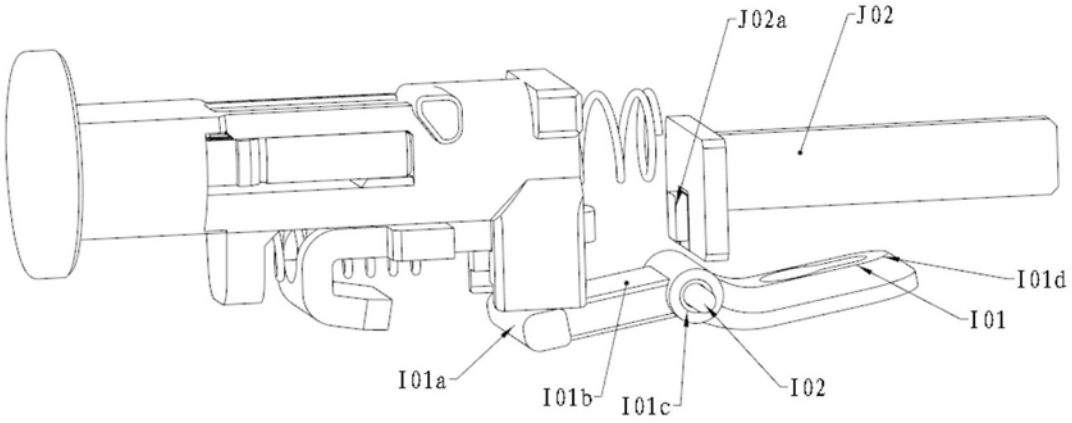

J02a
J02
I01d
I01
I01a
I01b
I01c
I02

图16

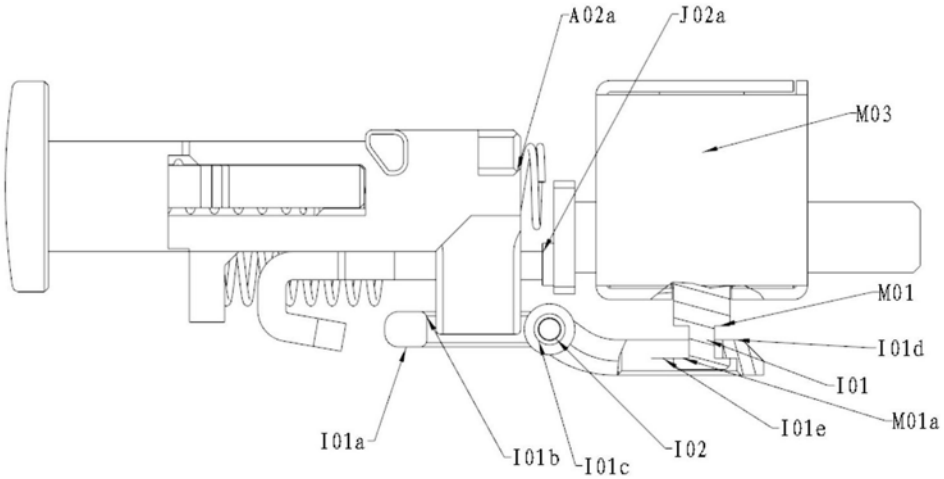

A02a
J02a
M03
M01
I01d
I01
M01a
I01e
I01a
I01b
I01c
I02

图17

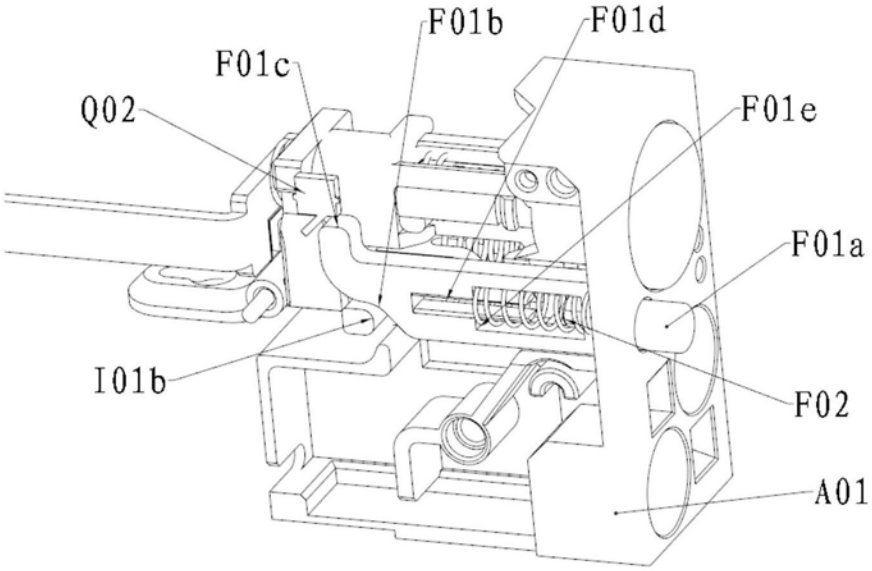

F01b
F01d
F01c
Q02
F01e
F01a
I01b
F02
A01

图18

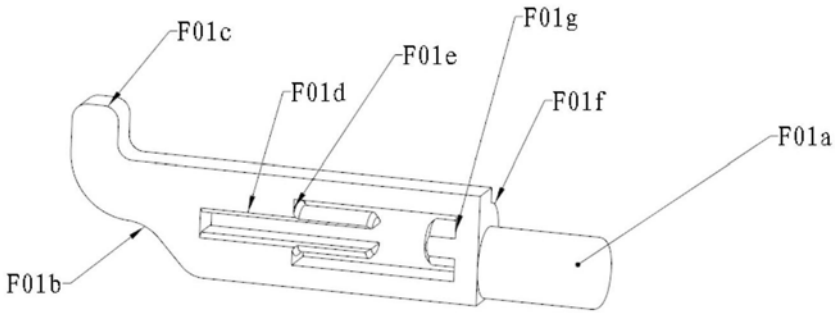

F01c
F01g
F01e
F01d
F01f
F01a
F01b

图19

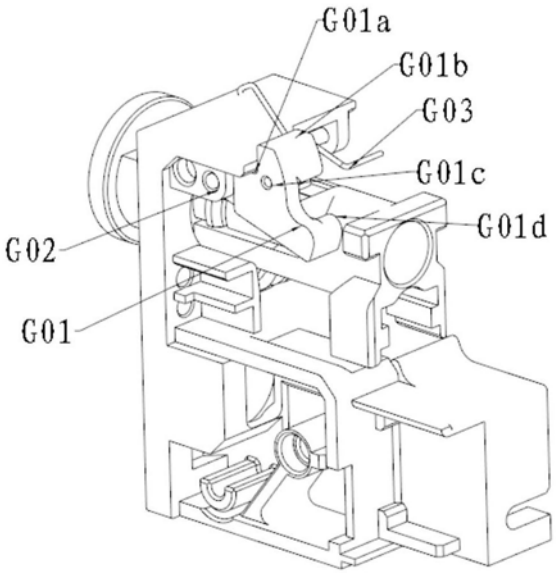


图20

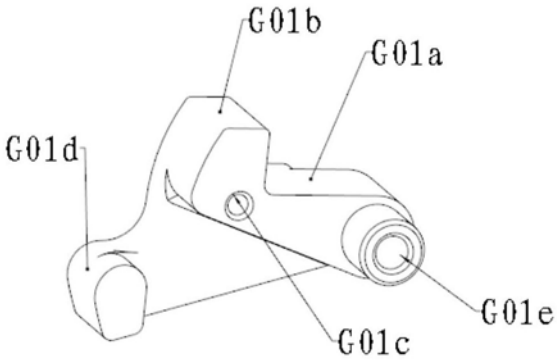


图21

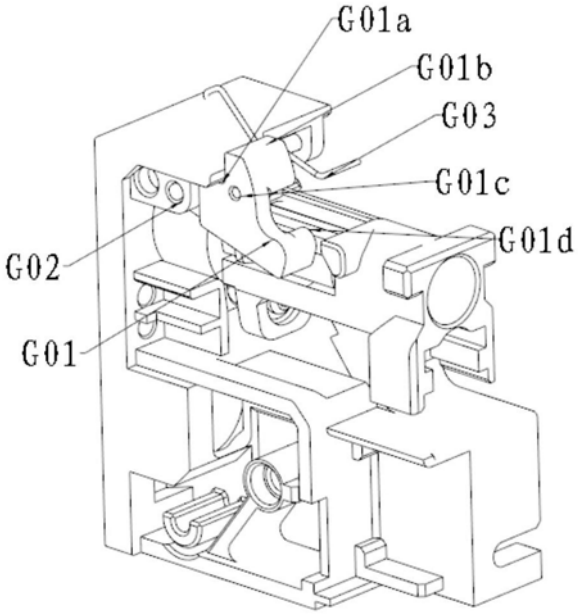

G01a
G01b
G03
G01c
G01d
G02
G01

图22

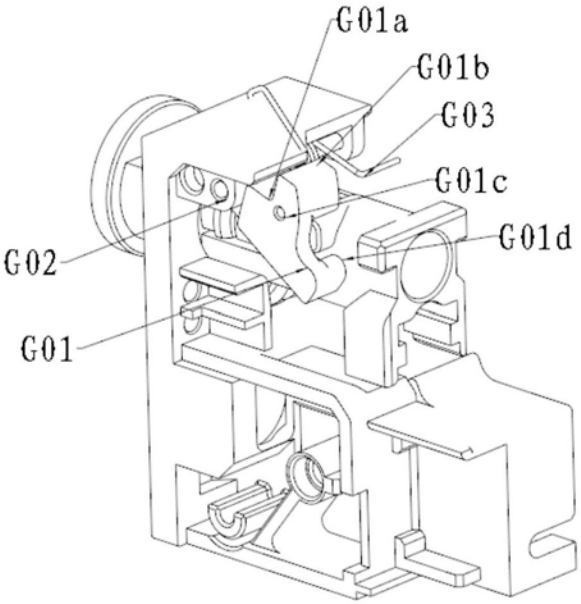

G01a
G01b
G03
G01c
G01d
G02
G01

图23

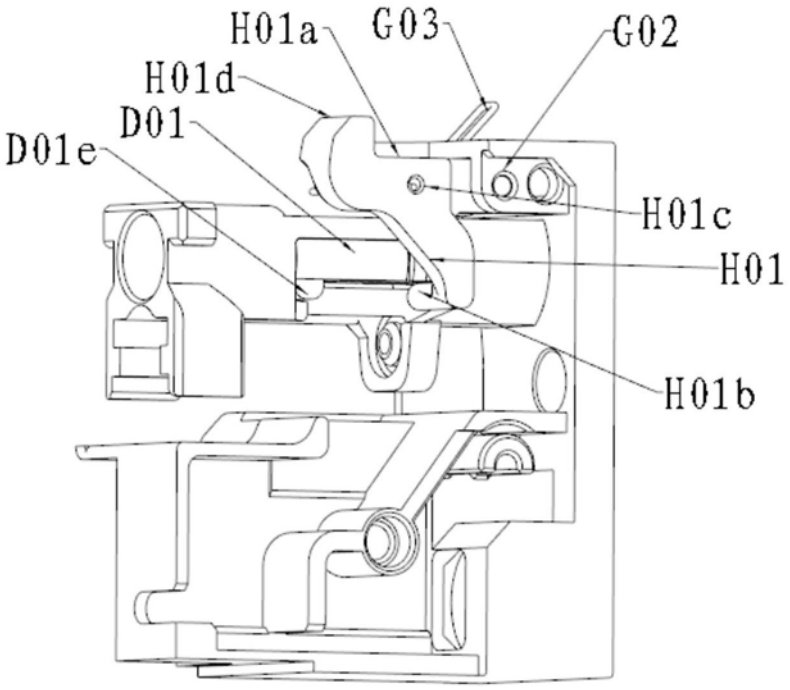


图24

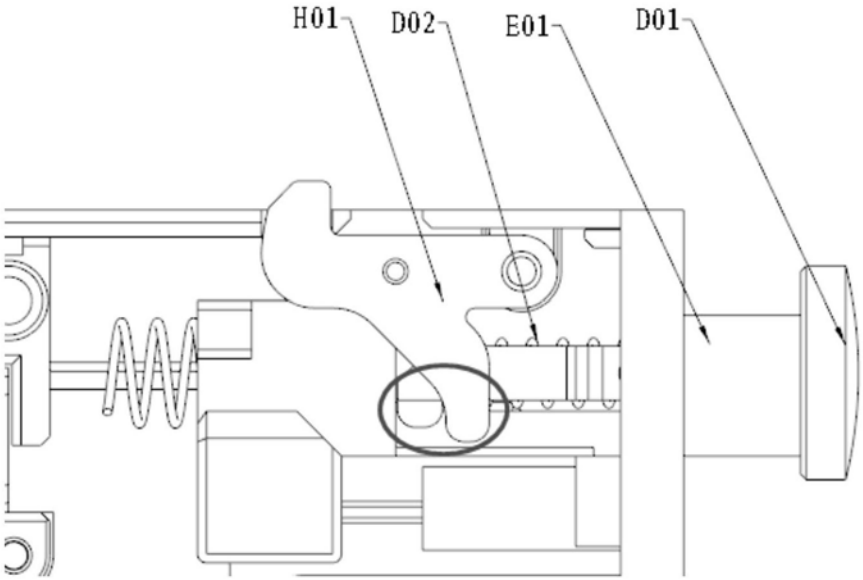


图25

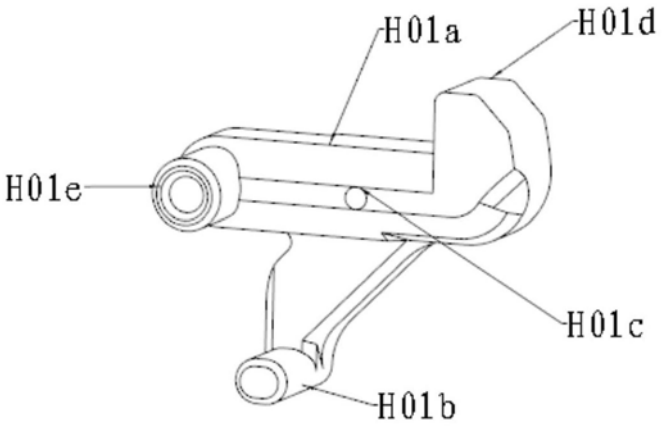


图26

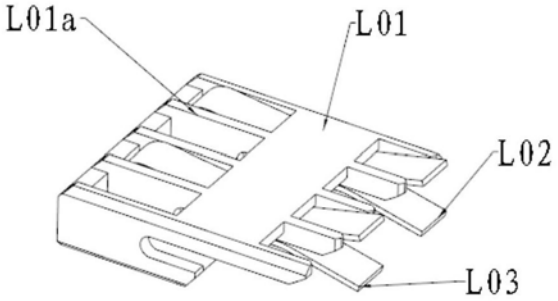


图27

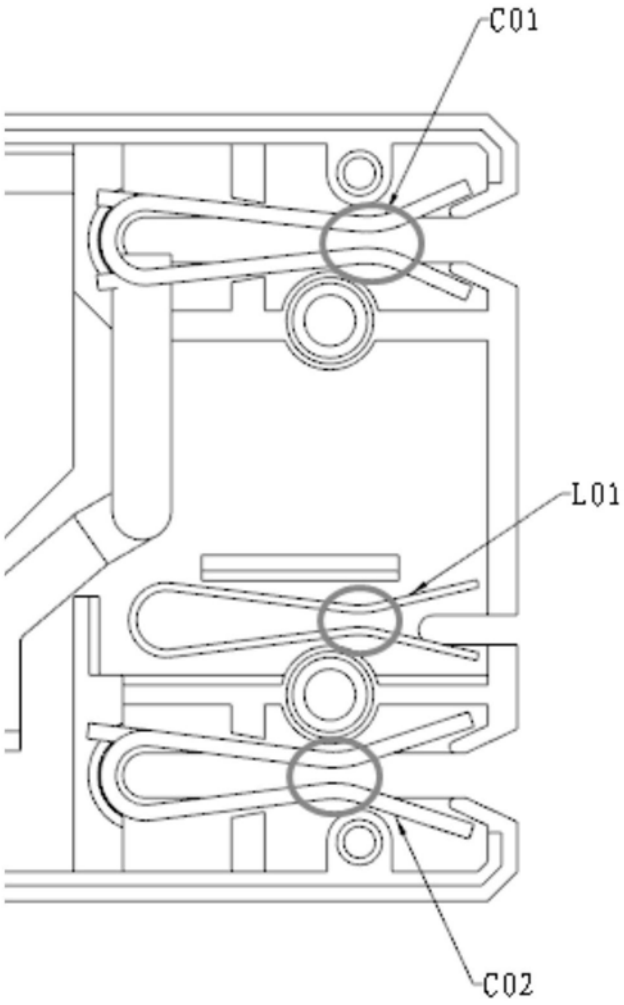


图28

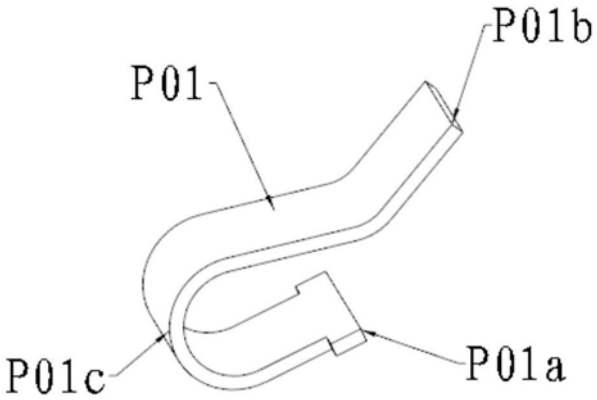


图29

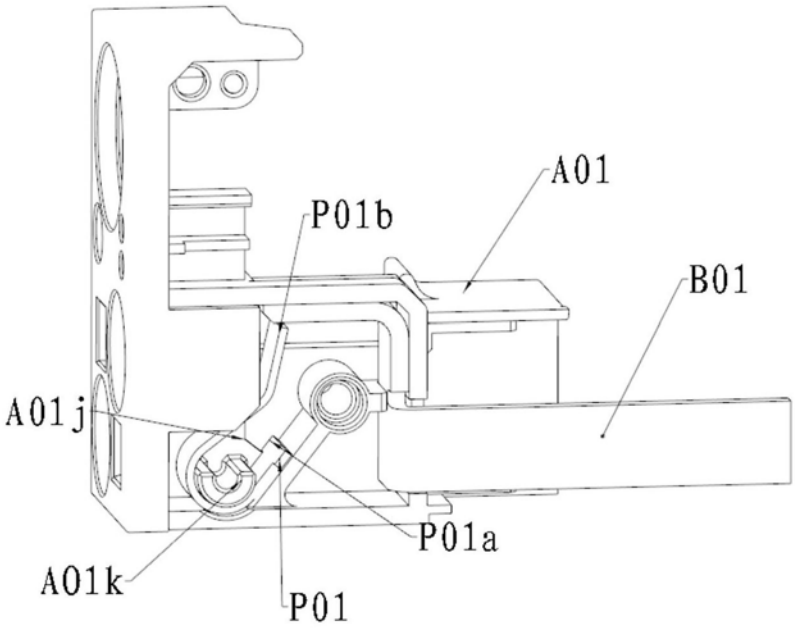


图30

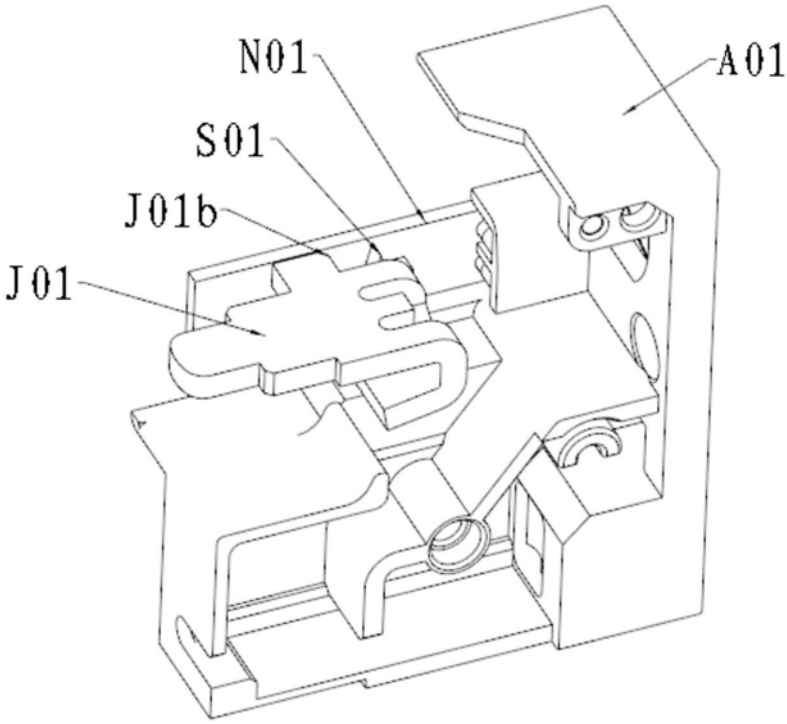


图31

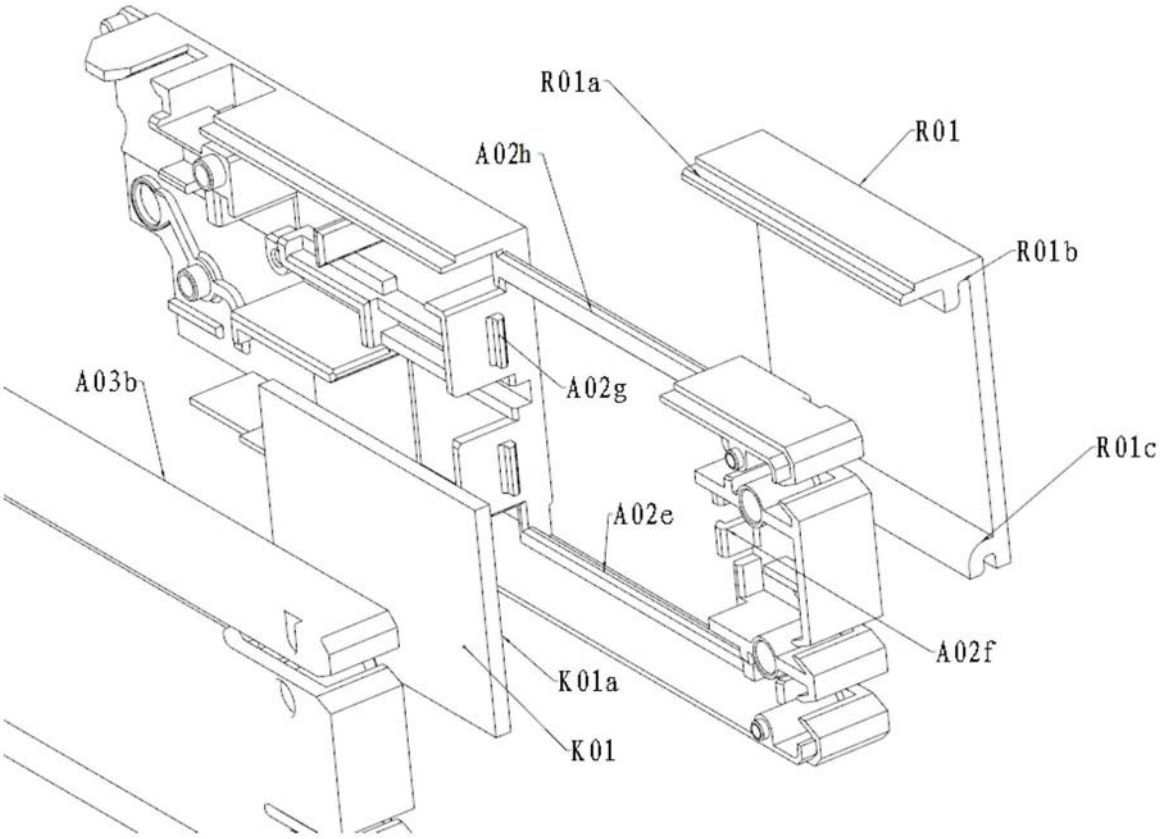

R01a
R01
A02h
R01b
A03b
A02g
R01c
A02e
A02f
K01a
K01

图32

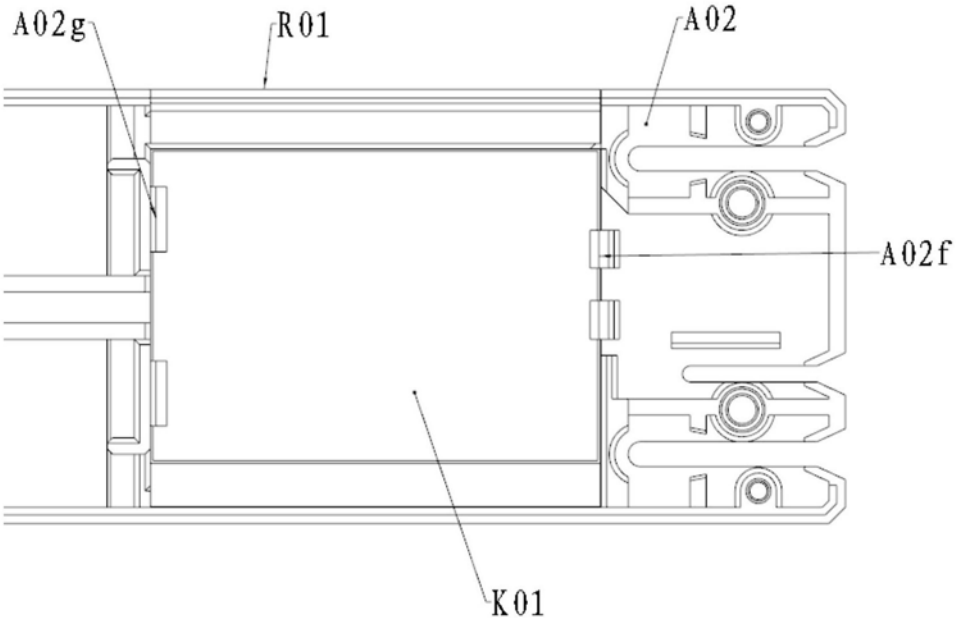

A02g
R01
A02
A02f
K01

图33