



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204270904 U

(45) 授权公告日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201420728363. 2

(22) 申请日 2014. 11. 28

(73) 专利权人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇大学城学园路 2 号福州大学新区

(72) 发明人 刘向军 张培铭

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

H01H 3/28(2006. 01)

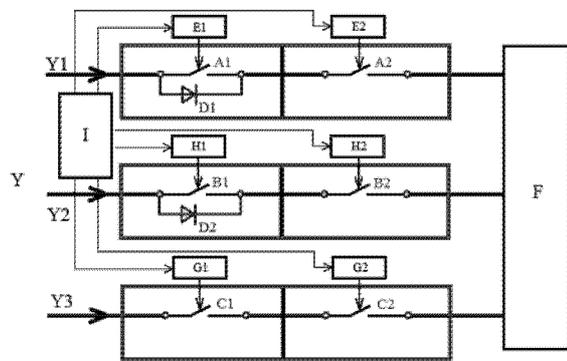
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种三相交流低压无弧电器触头装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于,包括:第一至第六触头组、第一至第六电磁机械动作机构、单片机控制系统、第一二极管和第二二极管;本实用新型所提出的一种三相交流低压无弧电器触头装置,以三相电路、电器触头与二极管的工作原理为基础,建立交流低压电器触头系统,控制三相电器触头的工作顺序,实现三相交流低压电器无弧接通与分断,包括电路过载、断相、三相不平衡、过电压与欠电压保护的无弧分断,大幅降低三相交流控制电器的成本,减小开关电器体积,大幅度提高电器的电气寿命与运行的可靠性,可以利用低电压等级的开关电器组合成更高电压等级的开关电器。



1. 一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于,包括:第一触头组、第二触头组、第三触头组、第四触头组、第一电磁机械动作机构、第二电磁机械动作机构、第三电磁机械动作机构、第四电磁机械动作机构、单片机控制系统、第一二极管和第二二极管;

所述第一触头组的一端与三相电源的第一相相连,另一端与所述第二触头组的一端相连;所述第二触头组的另一端与负载相连;所述第一电磁机械动作机构一端与所述第一触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第一输出端相连;所述第二电磁机械动作机构一端与所述第二触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第二输出端相连;所述第一二极管并接在所述第一触头组或所述第二触头组两端;

所述第三触头组的一端与三相电源的第二相相连,另一端与所述第四触头组的一端相连;所述第四触头组的另一端与负载相连;所述第三电磁机械动作机构一端与所述第三触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第三输出端相连;所述第四电磁机械动作机构一端与所述第四触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第四输出端相连;所述第二二极管并接在所述第三触头组或所述第四触头组两端。

2. 根据权利要求1所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:还包括第五触头组、第六触头组、第五电磁机械动作机构和第六电磁机械动作机构;

所述第五触头组的一端与三相电源的第三相相连,另一端与所述第六触头组的一端相连;所述第六触头组的另一端与负载相连;所述第五电磁机械动作机构一端与所述第五触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第五输出端相连;所述第六电磁机械动作机构一端与所述第六触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第六输出端相连。

3. 根据权利要求1所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:还包括第七触头组和第七电磁机械动作机构;

所述第七触头组的一端与三相电源的第三相相连,另一端与负载相连;第七电磁机械动作机构一端与所述第七触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第五输出端相连。

4. 根据权利要求2所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组、所述第五触头组和所述第六触头组均包括N对动静触头,N为大于或等于1的正整数。

5. 根据权利要求2所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组、所述第五触头组和所述第六触头组均为银基触头材料或铜材。

6. 根据权利要求3所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组和所述第七触头组均包括N对动静触头,N为大于或等于1的正整数。

7. 根据权利要求3所述的一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于:所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组和所述第七触头组均为银基触头材料或铜材。

## 一种三相交流低压无弧电器触头装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及低压控制与保护电器领域,特别是一种三相交流低压无弧电器触头装置。

### 背景技术

[0002] 传统低压开关电器的无弧通断是低压电器的关键技术,目前该技术主要有二类,一是完全采用电力电子可控器件组成的无触头电器,二是由触头与电力电子可控器件组成的混合式电器,这二种电器技术已经有许多论文报道过,并且也有产品问世。无触头电器由于完全应用电力电子可控器件,电力电子可控器件必须长期运行,而且电力电子可控器件的抗过电压与过电流能力差,因此电力电子可控器件的容量很大,造成电器成本非常高,技术复杂。混合式电器的控制系统比较复杂,而且存在电气隔离的问题,由于采用电力电子可控器件,其成本也比较高。在实际运行中将遇到电器产品的电压等级不能满足三相电网电压等级的要求,这些问题均迫切需要解决。

### 发明内容

[0003] 本实用新型的目的在于提供一种三相交流低压无弧电器触头装置,以克服现有技术中存在的缺陷,本实用新型结构简单,易于实现。

[0004] 为实现上述目的,本实用新型的技术方案是:一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于,包括:第一触头组、第二触头组、第三触头组、第四触头组、第一电磁机械动作机构、第二电磁机械动作机构、第三电磁机械动作机构、第四电磁机械动作机构、单片机控制系统、第一二极管和第二二极管;

[0005] 所述第一触头组的一端与三相电源的第一相相连,另一端与所述第二触头组的一端相连;所述第二触头组的另一端与负载相连;所述第一电磁机械动作机构一端与所述第一触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第一输出端相连;所述第二电磁机械动作机构一端与所述第二触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第二输出端相连;所述第一二极管并接在所述第一触头组或所述第二触头组两端;

[0006] 所述第三触头组的一端与三相电源的第二相相连,另一端与所述第四触头组的一端相连;所述第四触头组的另一端与负载相连;所述第三电磁机械动作机构一端与所述第三触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第三输出端相连;所述第四电磁机械动作机构一端与所述第四触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第四输出端相连;所述第二二极管并接在所述第三触头组或所述第四触头组两端。

[0007] 在本实用新型一实施例中,还包括第五触头组、第六触头组、第五电磁机械动作机构和第六电磁机械动作机构;所述第五触头组的一端与三相电源的第三相相连,另一端与所述第六触头组的一端相连;所述第六触头组的另一端与负载相连;所述第五电磁机械动作机构一端与所述第五触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第五输出端相连;所述第六电磁机械动作机构一端与所述第六触头组的控制端相连,另一端与所述单

片机控制系统的第六输出端相连。

[0008] 在本实用新型一实施例中,还包括第七触头组和第七电磁机械动作机构;所述第七触头组的一端与三相电源的第三相相连,另一端与负载相连;第七电磁机械动作机构一端与所述第七触头组的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统的第五输出端相连。

[0009] 在本实用新型一实施例中,所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组、所述第五触头组和所述第六触头组均包括 N 对动静触头, N 为大于或等于 1 的正整数。

[0010] 在本实用新型一实施例中,所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组、所述第五触头组和所述第六触头组均为银基触头材料或铜材。

[0011] 在本实用新型一实施例中,所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组和所述第七触头组均包括 N 对动静触头, N 为大于或等于 1 的正整数。

[0012] 在本实用新型一实施例中,所述第一触头组、所述第二触头组、所述第三触头组、所述第四触头组和所述第七触头组均为银基触头材料或铜材。

[0013] 相较于现有技术,本实用新型具有以下有益效果:本实用新型所提出的一种三相交流低压无弧电器触头装置,以三相电路、电器触头与二极管的工作原理为基础,建立交流低压电器触头系统,控制三相电器触头的工作顺序,采用简单的控制方法,将多台低成本、小体积的开关电器与二极管组成三相无电弧接通与分断的低压开关电器,如可以采用各种继电器,包括磁保持继电器组成运行无功耗的三相交流接触器,实现了三相低压电器无弧接通与分断,如电路过载、断相、三相不平衡、过电压与欠电压保护的无弧分断,大幅降低了三相交流控制电器的成本,减小了开关电器体积,大幅度提高了电器的电气寿命与运行的可靠性,并可以利用低电压等级的开关电器组合成更高电压等级的开关电器。

## 附图说明

[0014] 图 1 为本实用新型中实施例一的电气连接示意图。

[0015] 图 2 为本实用新型中实施例二的电气连接示意图。

[0016] 图 3 为本实用新型中实施例三的电气连接示意图。

[0017] 图 4 为本实用新型中实施例四的电气连接示意图。

[0018] 图 5 为本实用新型中实施例五的电气连接示意图。

[0019] 图 6 为本实用新型中实施例六的电气连接示意图。

[0020] 图 7 为本实用新型中实施例七的电气连接示意图。

[0021] 图 8 为本实用新型中实施例八的电气连接示意图。

[0022] 注:图 1、图 2、图 3 和图 4 中 A1 表示第一触头组, A2 表示第二触头组, B1 表示第三触头组, B2 表示第四触头组, C1 表示第五触头组, C2 表示第六触头组, E1 表示第一电磁机械动作机构, E2 表示第二电磁机械动作机构, H1 表示第三电磁机械动作机构, H2 表示第四电磁机械动作机构, G1 表示第五电磁机械动作机构, G2 表示第六电磁机械动作机构;

[0023] 图 5、图 6、图 7 和图 8 中 A1 表示第一触头组, A2 表示第二触头组, B1 表示第三触头组, B2 表示第四触头组, C3 表示第七触头组, E1 表示第一电磁机械动作机构, E2 表示第二电磁机械动作机构, H1 表示第三电磁机械动作机构, H2 表示第四电磁机械动作机构, G3 表示第七电磁机械动作机构。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图,对本实用新型的技术方案进行具体说明。

[0025] 本实用新型提供一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于,如图 1~图 4 所示,包括:第一触头组 A1、第二触头组 A2、第三触头组 B1、第四触头组 B2、第一电磁机械动作机构 E1、第二电磁机械动作机构 E2、第三电磁机械动作机构 H1、第四电磁机械动作机构 H2、单片机控制系统 I、第一二极管 D1 和第二二极管 D2;

[0026] 所述第一触头组 A1 的一端与三相电源的第一相 Y1 相连,另一端与所述第二触头组 A2 的一端相连;所述第二触头组 A2 的另一端与负载 F 相连;所述第一电磁机械动作机构 E1 一端与所述第一触头组 A1 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第一输出端相连;所述第二电磁机械动作机构 E2 一端与所述第二触头组 A2 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第二输出端相连;

[0027] 所述第三触头组 B1 的一端与三相电源的第二相 Y2 相连,另一端与第四触头组 B2 的一端相连;所述第四触头组 B2 的另一端与负载 F 相连;所述第三电磁机械动作机构 H1 一端与所述第三触头组 B1 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第三输出端相连;所述第四电磁机械动作机构 H2 一端与所述第四触头组 B2 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第四输出端相连。

[0028] 还包括第五触头组 C1、第六触头组 C2、第五电磁机械动作机构 G1 和第六电磁机械动作机构 G2;所述第五触头组 C1 的一端与三相电源的第三相 Y3 相连,另一端与所述第六触头组 C2 的一端相连;所述第六触头组 C2 的另一端与负载 F 相连;所述第五电磁机械动作机构 G1 一端与所述第五触头组 C1 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统(I)的第五输出端相连;所述第六电磁机械动作机构 G2 一端与所述第六触头组 C2 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第六输出端相连。

[0029] 实施例 1

[0030] 如图 1 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第一触头组 A1 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第三触头组 B1 两端。

[0031] 实施例 2

[0032] 如图 2 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第二触头组 A2 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第三触头组 B1 两端。

[0033] 实施例 3

[0034] 如图 3 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第一触头组 A1 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第四触头组 B2 两端。

[0035] 实施例 4

[0036] 如图 4 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第二触头组 A2 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第四触头组 B2 两端。

[0037] 为了让本领域技术人员进一步了解本实用新型所提供的一种三相交流低压无弧电器触头装置,下面结合实施例 1~实施例 4 的控制方法对该装置进行说明,需要指出的是在该说明过程中所涉及的控制方法并不是本实用新型保护的客体,本实用新型仅保护该装置的结构及其联接关系。

[0038] 该三相交流低压无弧电器触头装置包括两种工作状态,其中:

[0039] 开关接通状态:单片机控制系统 I 通过对应的电磁机械动作机构驱动没有并接二极管的一相线路中的二个触头组先合闸,即实施例 1~ 实施例 4 中的第三相 Y3 线路上第五触头组 C1 和第六触头组 C2 先合闸,由于另外二相线路还未接通,所以这一相线路上的开关无负载接通;

[0040] 单片机控制系统 I 在检测电压或电流信号后,通过对应的电磁机械动作机构驱动接有二极管的二相线路上的触头组,即驱动第一相 Y1 线路上和第二相 Y2 线路上的触头组;在其对应相线路上并接的二极管不具备导通条件期间,将线路上未并联二极管的触头组合闸,由于此时二极管无导通条件,而且与二极管并联的触头组未合闸,所以未并联二极管的触头组无弧合闸;即实施例 1 中第二触头组 A2 和第四触头组 B2 合闸,且为无弧合闸,第一触头组 A1 和第三触头组 B1 未合闸;实施例 2 中第一触头组 A1 和第四触头组 B2 合闸,且为无弧合闸,第二触头组 A2 和第三触头组 B1 未合闸;实施例 3 中第二触头组 A2 和第三触头组 B1 合闸,且为无弧合闸,第一触头组 A1 和第四触头组 B2 未合闸;实施例 4 中第一触头组 A1 和第三触头组 B1 合闸,且为无弧合闸,第二触头组 A2 和第四触头组 B2 未合闸。

[0041] 然后单片机控制系统通过电磁机械动作机构在二极管具备导通条件时,驱动并联二极管的触头组合闸,由于二极管处于导通状态,该触头组也是无弧合闸,实现三相电路无电弧接通。即实施例 1 中第一触头组 A1 和第三触头组 B1 合闸,且为无弧合闸;实施例 2 中第二触头组 A2 和第三触头组 B1 合闸,且为无弧合闸;实施例 3 中第一触头组 A1 和第四触头组 B2 合闸,且为无弧合闸;实施例 4 中第二触头组 A2 和第四触头组 B2 合闸,且为无弧合闸。

[0042] 开关分断状态:单片机控制系统在检测电压或电流信号后,通过电磁机械动作机构驱动并接有二极管的二相线路上的触头组,在对应相线路上二极管具备导通条件时,先分断并联有二极管的触头组,然后在二极管不具备导通条件时,分断另未并接二极管的触头组,由于此时二极管截止,该相无电流,该触头组无弧分断;在带有二极管的二相电路开断后,最后单片机控制系统通过电磁机械动作机构驱动无二极管的一相的触头组分断,实现三相电路无电弧开断。即在实施例 1 中依据二极管的导通与否首先断开第一触头组 A1 和第三触头组 B1,其次断开第二触头组 A2 和第四触头组 B2,最后断开第五触头组 C1 和第六触头组 C2;在实施例 2 中依据二极管的导通与否首先断开第二触头组 A2 和第三触头组 B1,其次断开第一触头组 A1 和第四触头组 B2,最后断开第五触头组 C1 和第六触头组 C2;在实施例 3 中依据二极管的导通与否首先断开第一触头组 A1 和第四触头组 B2,其次断开第二触头组 A2 和第三触头组 B1,最后断开第五触头组 C1 和第六触头组 C2;在实施例 4 中依据二极管的导通与否首先断开第二触头组 A2 和第四触头组 B2,其次断开第一触头组 A1 和第三触头组 B1,最后断开第五触头组 C1 和第六触头组 C2。

[0043] 进一步的,所述第一触头组 A1、所述第二触头组 A2、所述第三触头组 B1、所述第四触头组 B2、所述第五触头组 C1 和所述第六触头组 C2 均包括 N 对动静触头,N 为大于或等于 1 的正整数,且均为银基触头材料或铜材。

[0044] 此外,还提供一种三相交流低压无弧电器触头装置,其特征在于,如图 5~ 图 8 所示,包括:第一触头组 A1、第二触头组 A2、第三触头组 B1、第四触头组 B2、第一电磁机械动作机构 E1、第二电磁机械动作机构 E2、第三电磁机械动作机构 H1、第四电磁机械动作机构 H2、

单片机控制系统 I、第一二极管 D1 和第二二极管 D2；

[0045] 所述第一触头组 A1 的一端与三相电源的第一相 Y1 相连,另一端与所述第二触头组 A2 的一端相连;所述第二触头组 A2 的另一端与负载 F 相连;所述第一电磁机械动作机构 E1 一端与所述第一触头组 A1 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第一输出端相连;所述第二电磁机械动作机构 E2 一端与所述第二触头组 A2 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第二输出端相连;

[0046] 所述第三触头组 B1 的一端与三相电源的第二相 Y2 相连,另一端与第四触头组 B2 的一端相连;所述第四触头组 B2 的另一端与负载 F 相连;所述第三电磁机械动作机构 H1 一端与所述第三触头组 B1 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第三输出端相连;所述第四电磁机械动作机构 H2 一端与所述第四触头组 B2 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第四输出端相连。

[0047] 还包括第七触头组 C3 和第七电磁机械动作机构 G3;所述第七触头组 C3 的一端与三相电源的第三相 Y3 相连,另一端与负载 F 相连;第七电磁机械动作机构 G3 一端与所述第七触头组 C3 的控制端相连,另一端与所述单片机控制系统 I 的第五输出端相连。

[0048] 实施例 5

[0049] 如图 5 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第一触头组 A1 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第三触头组 B1 两端。

[0050] 实施例 6

[0051] 如图 6 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第二触头组 A2 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第三触头组 B1 两端。

[0052] 实施例 7

[0053] 如图 7 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第一触头组 A1 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第四触头组 B2 两端。

[0054] 实施例 8

[0055] 如图 8 所示,所述第一二极管 D1 并接在所述第二触头组 A2 两端;所述第二二极管 D2 并接在所述第四触头组 B2 两端。

[0056] 为了让本领域技术人员进一步了解本实用新型所提供的一种三相交流低压无弧电器触头装置,下面结合实施例 5~ 实施例 8 中的控制方法对该装置进行说明,需要指出的是在该说明过程中所涉及的控制方法并不是本实用新型保护的客体,本实用新型仅保护该装置的结构及其联接关系。

[0057] 该三相交流低压无弧电器触头装置包括两种工作状态,其中:

[0058] 开关接通状态:单片机控制系统 I 通过对应的电磁机械动作机构驱动没有并接二极管的一相线路中的二个触头组先合闸,即实施例 5~ 实施例 8 中的第三相 Y3 线路上第七触头组 C3 先合闸,由于另外二相线路还未接通,所以这一相线路上的开关无负载接通;

[0059] 单片机控制系统 I 在检测电压或电流信号后,通过对应的电磁机械动作机构驱动接有二极管的二相线路上的触头组,即驱动第一相 Y1 线路上和第二相 Y2 线路上的触头组;在其对应相线路上并接的二极管不具备导通条件期间,将线路上未并联二极管的触头组合闸,由于此时二极管无导通条件,而且与二极管并联的触头组未合闸,所以未并联二极管的触头组无弧合闸;即实施例 5 中第二触头组 A2 和第四触头组 B2 合闸,且为无弧合闸,第一

触头组 A1 和第三触头组 B1 未合闸 ; 实施例 6 中第一触头组 A1 和第四触头组 B2 合闸, 且为无弧合闸, 第二触头组 A2 和第三触头组 B1 未合闸 ; 实施例 7 中第二触头组 A2 和第三触头组 B1 合闸, 且为无弧合闸, 第一触头组 A1 和第四触头组 B2 未合闸 ; 实施例 8 中第一触头组 A1 和第三触头组 B1 合闸, 且为无弧合闸, 第二触头组 A2 和第四触头组 B2 未合闸。

[0060] 然后单片机控制系统通过电磁机械动作机构在二极管具备导通条件时, 驱动并联二极管的触头组合闸, 由于二极管处于导通状态, 该触头组也是无弧合闸, 实现三相电路无电弧接通。即实施例 5 中第一触头组 A1 和第三触头组 B1 合闸, 且为无弧合闸 ; 实施例 6 中第二触头组 A2 和第三触头组 B1 合闸, 且为无弧合闸 ; 实施例 7 中第一触头组 A1 和第四触头组 B2 合闸, 且为无弧合闸 ; 实施例 8 中第二触头组 A2 和第四触头组 B2 合闸, 且为无弧合闸。

[0061] 开关分断状态 : 单片机控制系统在检测电压或电流信号后, 通过电磁机械动作机构驱动并接有二极管的二相线路上的触头组, 在对应相线路上二极管具备导通条件时, 先分断并联有二极管的触头组, 然后在二极管不具备导通条件时, 分断另未并接二极管的触头组, 由于此时二极管截止, 该相无电流, 该触头组无弧分断 ; 在带有二极管的二相电路开断后, 最后单片机控制系统通过电磁机械动作机构驱动无二极管的一相的触头组分断, 实现三相电路无电弧开断。即在实施例 5 中依据二极管的导通与否首先断开第一触头组 A1 和第三触头组 B1, 其次断开第二触头组 A2 和第四触头组 B2, 最后断开第七触头组 C3 ; 在实施例 6 中依据二极管的导通与否首先断开第二触头组 A2 和第三触头组 B1, 其次断开第一触头组 A1 和第四触头组 B2, 最后断开第七触头组 C3 ; 在实施例 7 中依据二极管的导通与否首先断开第一触头组 A1 和第四触头组 B2, 其次断开第二触头组 A2 和第三触头组 B1, 最后断开第七触头组 C3 ; 在实施例 8 中依据二极管的导通与否首先断开第二触头组 A2 和第四触头组 B2, 其次断开第一触头组 A1 和第三触头组 B1, 最后断开第七触头组 C3。

[0062] 进一步的, 所述第一触头组 A1、所述第二触头组 A2、所述第三触头组 B1、所述第四触头组 B2 和所述第七触头组 C3 均包括 N 对动静触头, N 为大于或等于 1 的正整数, 且均为银基触头材料或铜材。

[0063] 以上是本实用新型的较佳实施例, 凡依本实用新型技术方案所作的改变, 所产生的功能作用未超出本实用新型技术方案的范围时, 均属于本实用新型的保护范围。

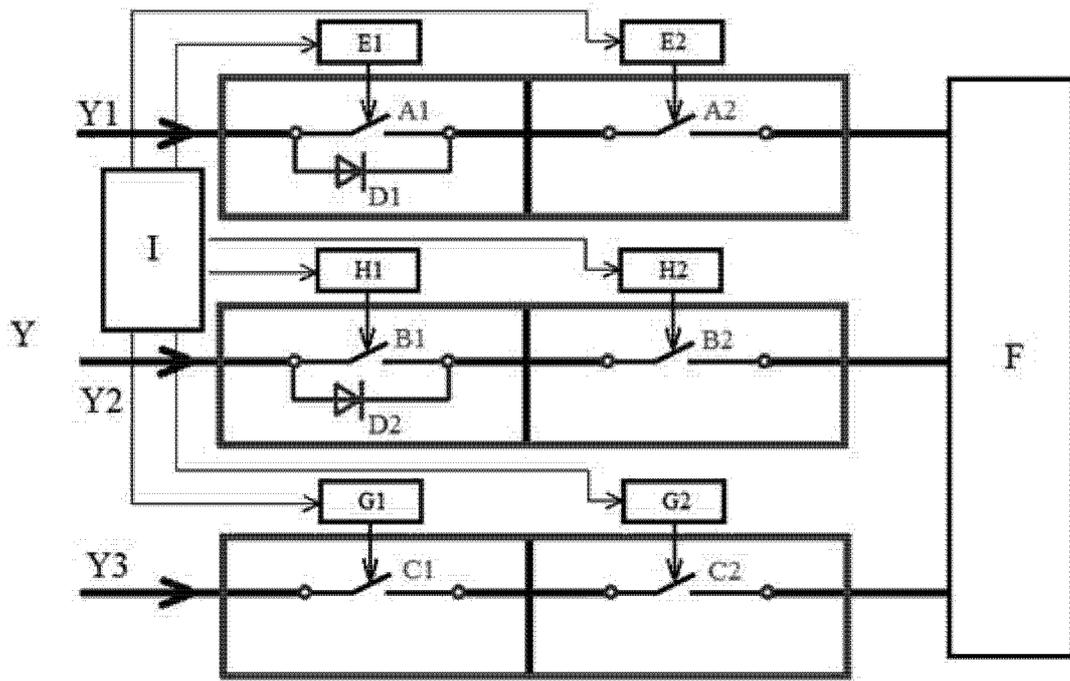


图 1

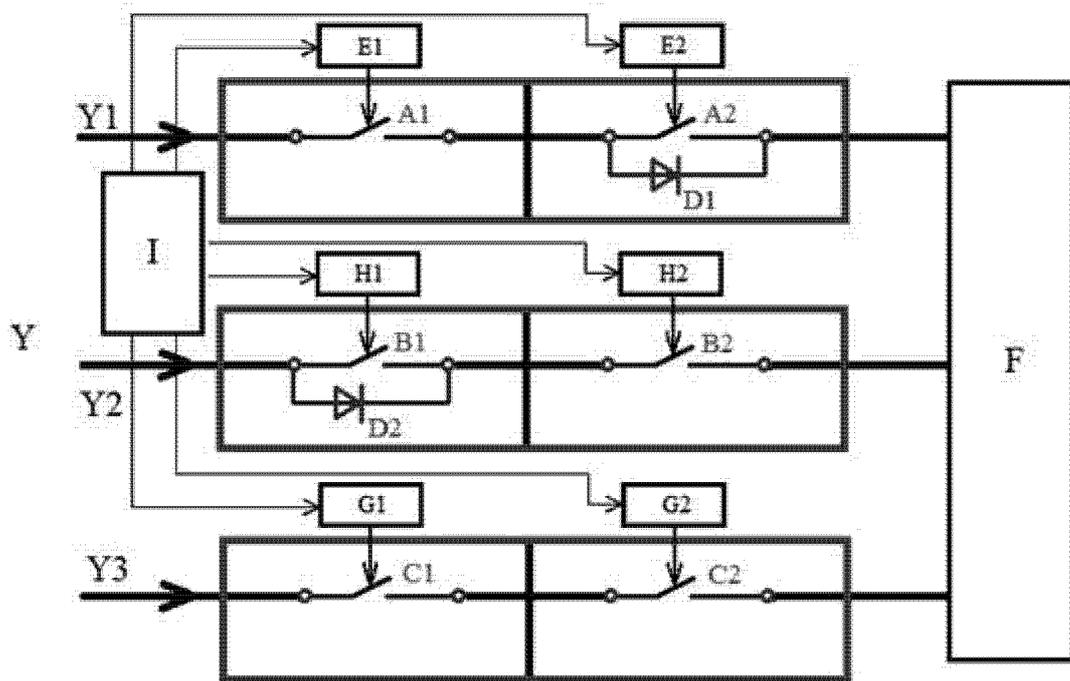


图 2

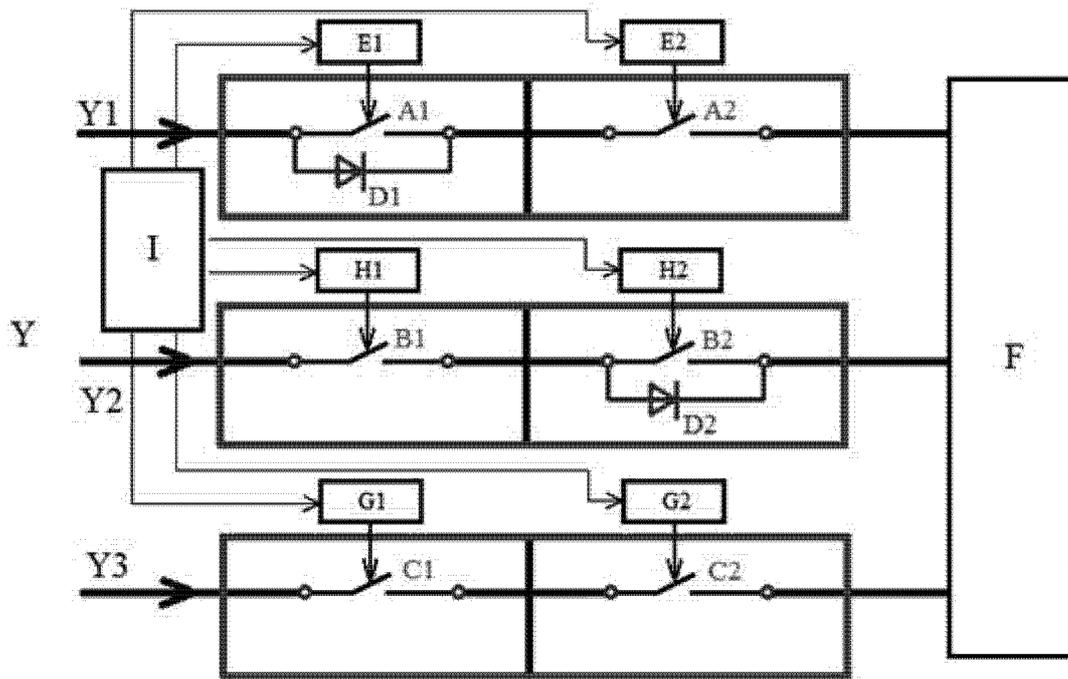


图 3

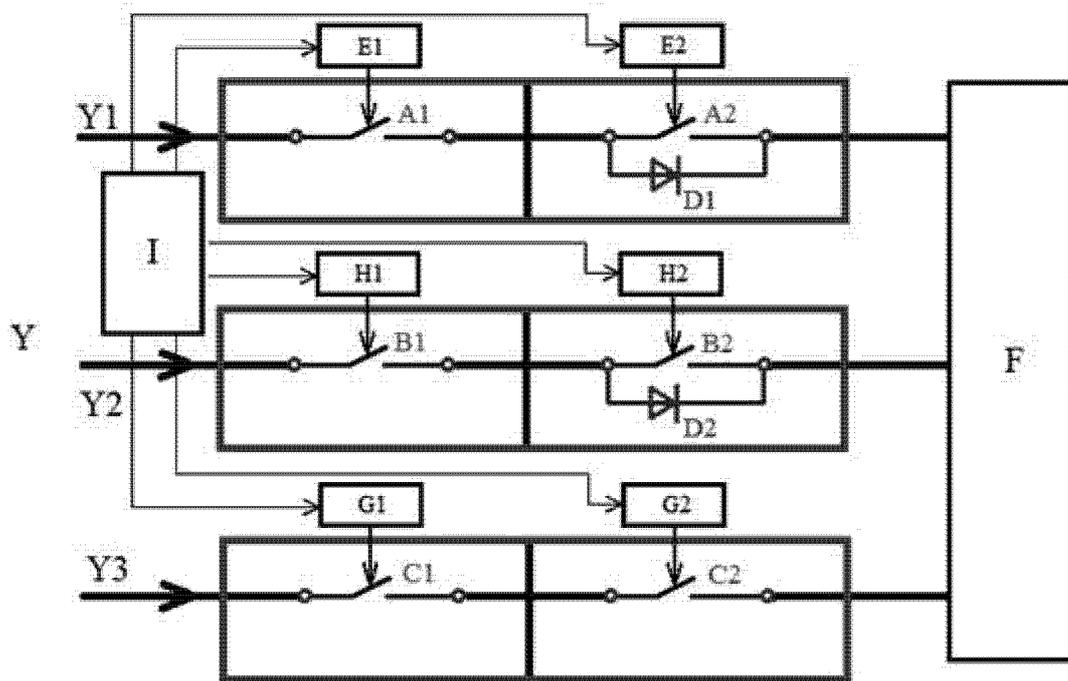


图 4

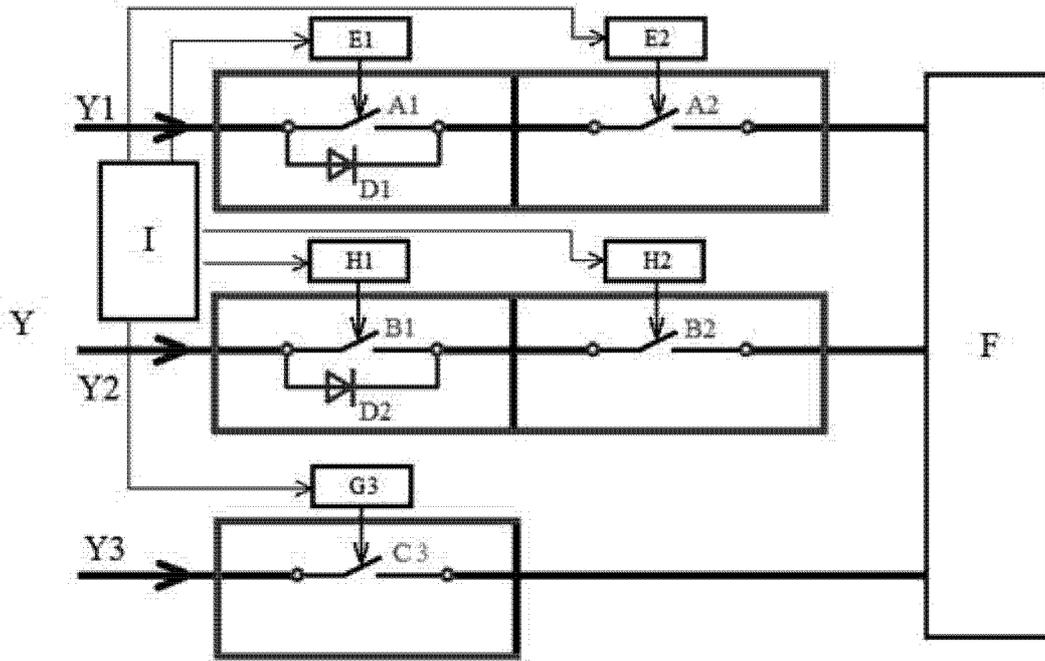


图 5

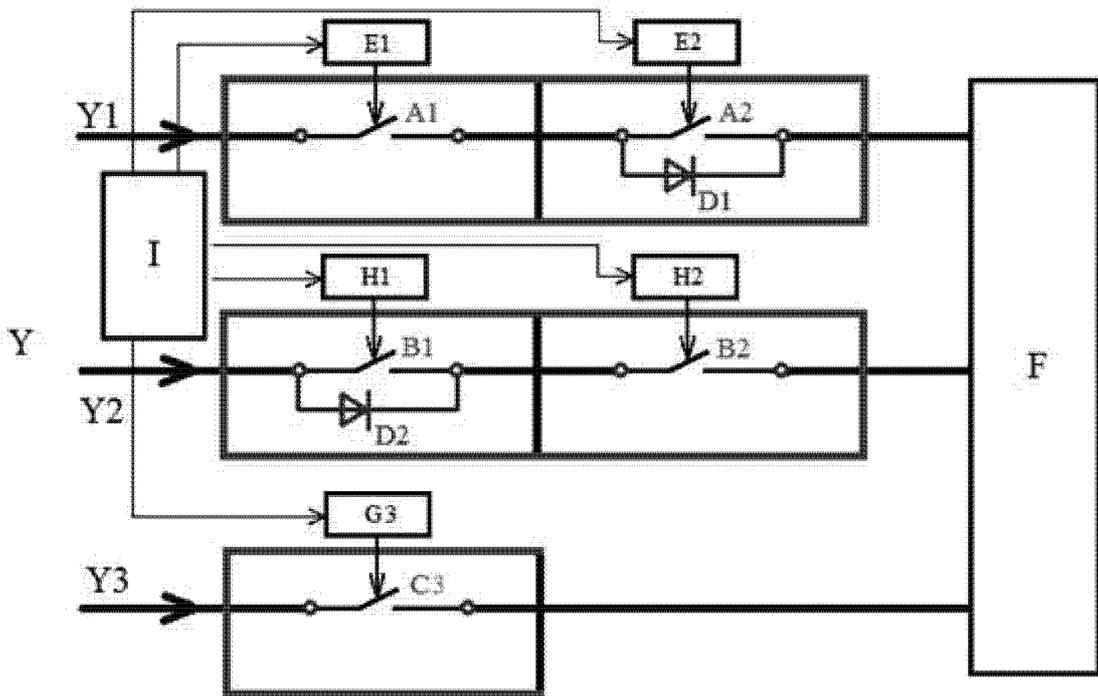


图 6

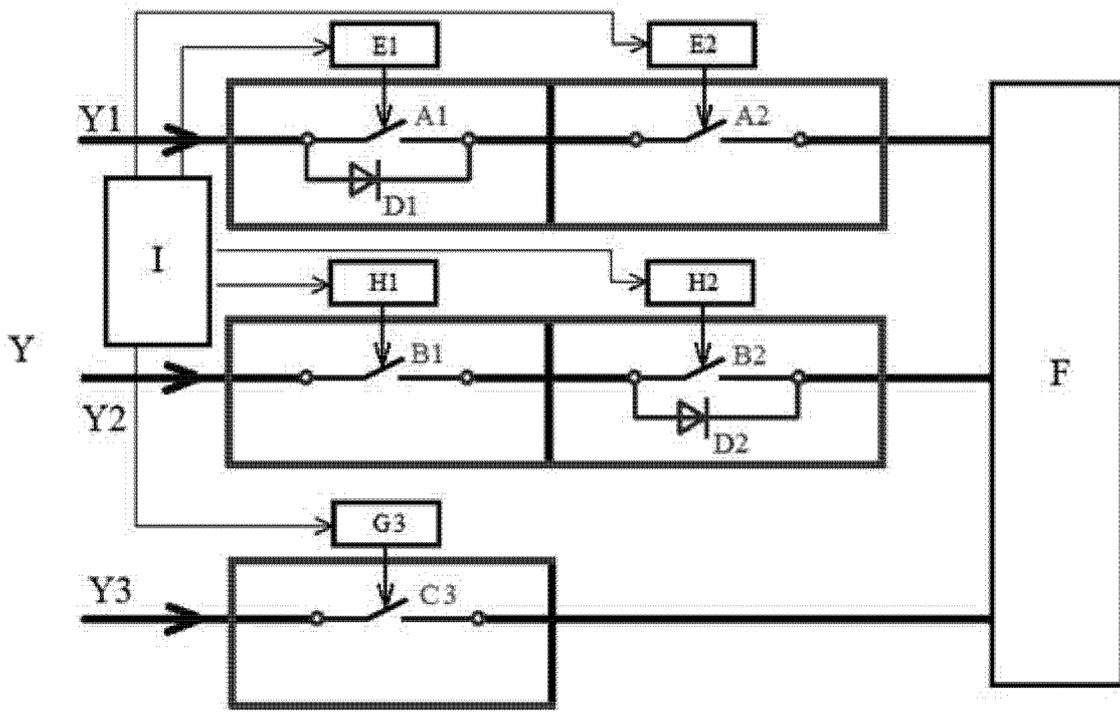


图 7

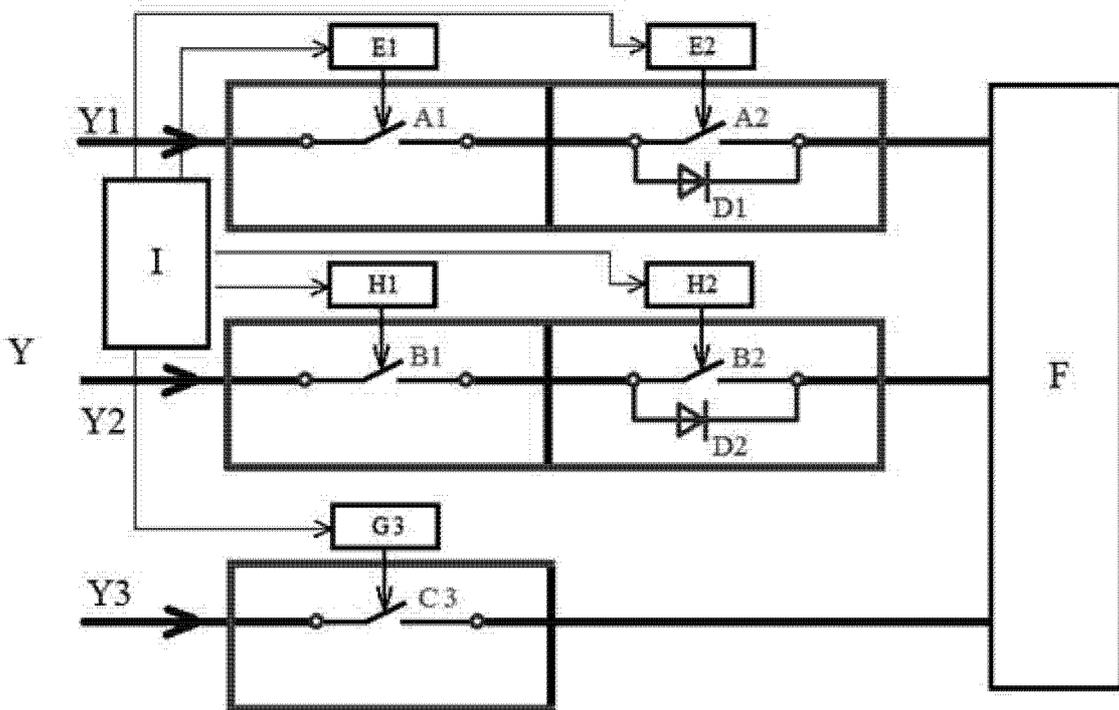


图 8