

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200620007994.0

[51] Int. Cl.

G01R 31/26 (2006.01)

H01L 23/473 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 2881660Y

[22] 申请日 2006.3.17

[21] 申请号 200620007994.0

[73] 专利权人 中国电力科学研究院

地址 100085 北京市海淀区清河小营东路 15 号

[72] 设计人 李志麒 蓝元良 王华峰 任孟干

[74] 专利代理机构 信息产业部电子专利中心

代理人 郭 禾

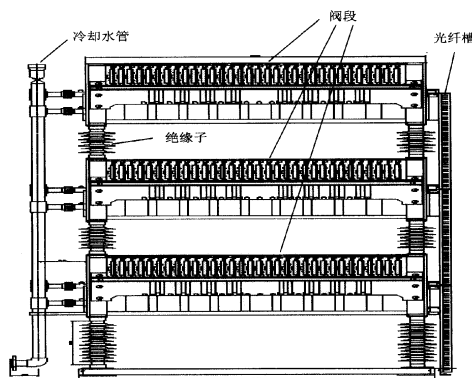
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

联合试验装置采用的高电压大电流送能型晶闸管阀

[57] 摘要

一种联合试验装置采用的高电压大电流送能型晶闸管阀。该晶闸管阀由三个阀段串联组成，每个阀段为多个晶闸管级串联；配置有晶闸管阀的阻尼吸收电路和直流均压电路；通过送能变压器级联的方式将低电位的交流工频能量耦合至晶闸管阀的高电位，采取变压器电磁隔离和耦合的方式从低电位往高电位传输能量，为晶闸管的触发和检测电路提供工作电源；送能变压器的输出绕组通过送能电流绝缘导线穿越阀段，再通过阀段内的电源分配变压器 CT，将能量传至变压器二次侧的晶闸管电子板，为晶闸管阀上触发和监控电子系统提供工作电源。本实用新型控制范围宽，控制方式灵活，提高了晶闸管阀的可靠性，降低了制造成本。



1、一种联合试验装置采用的高电压大电流送能型晶闸管阀，其在联合试验装置起快速固态开关的作用，其特征在于：高电压大电流送能型晶闸管阀作为辅助阀，由三个阀段串联组成，三个阀段为卧式结构，利用支撑绝缘子将阀段分上中下垂直叠装，在阀段的端部铝框架上用导流母排将三个阀段呈 S 型串联起来，阀段的两端分别是冷却水管和光纤槽，阀段上的每个晶闸管级除晶闸管之外还配置有阻尼吸收电路和直流均压电路等辅助电路以及触发与检测电子系统；

联合试验装置的辅助阀通过送能变压器级联的方式将低电位的 220V 交流工频能量耦合至晶闸管阀的高电位；在物理结构上，两个送能变压器垂直叠装起来；在电气接线上，低电位送能变压器一次侧接 220V 的交流工频电源，二次侧输出一个绕组接下层阀段的送能电流导线，另一个绕组接高电位的送能变压器一次侧输入绕组，高电位的送能变压器的输出绕组分别接中层和上层阀段的送能电流导线；送能变压器的输出绕组通过送能电流导线穿越阀段，再通过阀段内的电源分配变压器；其中，除阀段两端的电源分配变压器只带一块触发与检测电子系统板，其他电源分配变压器均带两块触发与检测电子系统板，通过阻抗匹配将能量均匀传递至连接在电源分配变压器二次侧的触发与检测电子系统板，为晶闸管阀上触发和监控电子系统提供工作电源。

2、根据权利要求 1 所述的高电压大电流送能型晶闸管阀，其特征是：所述的每个阀段为 12 个或者 16 个晶闸管级串联，阀的串联总数达到 36 或者 48。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的高电压大电流送能型晶闸管阀，其特征是：所述的晶闸管阀为户内型，采取空气绝缘方式；对主要发热的阀元件和阻尼吸收电阻采用水冷却方式，使阀的结构紧凑；且晶闸管阀上的水冷却管路系统采取并联的方式，利于晶闸管阀的主要发热元件的温度分布均匀；采用高电压、大电流的电触发晶闸管；采用电—光—电的触发和检测方式；阀的晶闸管级过电压保护采用击穿型二极管进行保护，即在晶闸管级两端的过电压达到击穿型二极管的动作值时，击穿电流输入至晶闸管的门极，使其保护性触发导通。

4、根据权利要求 3 所述的高电压大电流送能型晶闸管阀，其特征是：水冷却管路系统中，水流从立着的冷却水进水母管流入阀段，再通过阀段上连接水冷散热器和水冷电阻的配水细管后，汇流至立着的冷却水出水母管，完成阀上冷却水的循环。

联合试验装置采用的高电压大电流送能型晶闸管阀

技术领域

本实用新型涉及大功率晶闸管阀联合试验装置开发过程中其固态开关部件一辅助阀的研制技术，尤其是一种高电压大电流送能型晶闸管阀。

背景技术

随着电力系统的发展，基于晶闸管阀技术的大功率电力电子装置，如工业用静止无功补偿装置(SVC)、高压直流输电装置(HVDC)、灵活交流输电装置(FACTS)等应用越来越广泛，因为它们不仅在配电网中通过补偿无功功率、抑制电压波动等手段提高电能质量，而且在输电网中通过快速精确控制潮流、阻尼功率振荡、抑制次同步谐振等措施提高系统的安全稳定性。然而要实现以上目的其前提条件是电力电子装置本身的可靠性要满足一定要求，因此为了提高装置在电力系统的运行可靠性，在其挂网运行前应根据系统对其电压电流强度要求按照相关试验标准进行严格的试验。这样，大功率电力装置试验设备成为研制和生产大功率电子装置的必要装备。像 ABB、SIEMENS 等一些大功率电力装置生产厂商都有自己的试验设备。在这些试验设备中，一般都要用到晶闸管阀作为开关设备。由于直接购买国外大公司的试验设备，价格昂贵，因此中国电力科学研究院自主研制大功率电力装置试验设备。

发明内容

为了克服现有技术当中的上述缺陷，本实用新型的目的是提供一种高电压大电流送能型晶闸管阀，满足联合试验装置的要求。

本实用新型解决其技术问题所采取的技术方案是：一种联合试验装置采用的高电压大电流送能型晶闸管阀，采用高电压大电流送能型晶闸管阀作为辅助阀，其在联合试验装置起快速固态开关的作用，辅助阀由三个阀段串联组成，三个阀段为卧式结构，利用支撑绝缘子将阀段分上中下垂直叠装，在阀段的端部铝框架上用导流母排将三个阀段呈 S 型串联起来，阀段的两端分别是冷却水管和光纤槽；每个阀段由 12 个(或 16 个)晶闸管级串联组成，每个晶闸管级除晶闸管之外还配置有阻尼吸收电路和直流均压电路等辅助电路以及触发与检测电子系

统板。

联合试验装置的辅助阀通过送能变压器级联的方式将低电位的 220V 交流工频能量耦合至晶闸管阀的高电位，即在物理结构上，两个送能变压器垂直叠装起来；在电气接线上，低电位送能变压器一次侧接 220V 的交流工频电源，二次侧输出一个绕组接下层阀段的送能电流导线，另一个绕组接高电位的送能变压器一次侧输入绕组，高电位的送能变压器的输出绕组分别接中层和上层阀段的送能电流导线。送能变压器的输出绕组通过送能电流导线穿越阀段，再通过阀段内的电源分配变压器；其中，除阀段两端的电源分配变压器和带一块触发与检测电子系统板之外，其他电源分配变压器均带两块触发与检测电子系统板板，通过阻抗匹配将能量均匀传递至连接在电源分配变压器二次侧的触发与检测电子系统板，为晶闸管阀上触发和监控电子系统提供工作电源。

所述的晶闸管阀为户内型，采取空气绝缘方式；对主要发热的阀元件如晶闸管和阻尼吸收电阻采用水冷却方式，使阀的结构紧凑；且晶闸管阀上的水冷却管路系统采取并联的方式，利于晶闸管阀的主要发热元件的温度分布均匀，水流从立着的冷却水进水母管流入阀段，再通过阀段上连接水冷散热器和水冷电阻的配水细管后，汇流至立着的冷却水出水母管，完成阀上冷却水的循环；采用高电压、大电流的电触发晶闸管；采用电—光—电的触发和检测方式；阀的晶闸管级过电压保护采用击穿型二极管进行保护，即在晶闸管级两端的过电压达到击穿型二极管的动作值时，击穿电流输入至晶闸管的门极，使其保护性触发导通。

由于采用了上述的技术方案，本实用新型具有的有益效果是：由中国电力科学研究院自主研发的晶闸管阀联合试验装置是当今世界上输出试验电压最高的联合试验装置，其他一些动态指标也都达到或超过国际上 ABB、SIEMENS 等大公司同类装置的技术指标。为满足联合试验装置的要求，由中国电力科学研究院自主研发的辅助阀是国内自主研发晶闸管阀电压等级最高的晶闸管阀，同时为满足试验装置灵活控制的要求，这些辅助阀都采用通过送能变压器级联的方式将低电位的能量耦合至晶闸管阀的高电位，为晶闸管的触发和检测电路提供电源的方式，巧妙地解决了晶闸管阀工作电源的问题，同时又能满足高压与低压绝缘的要求。

本实用新型的闸管元件及其辅助电路电气参数设计合理，高电压下晶闸管级的电位分布

均匀；晶闸管阀的触发与检测的工作电源不依赖于高压一次工况，控制范围宽，控制方式灵活；采用工频送能方式，降低了高频送能带来电磁干扰的风险，提高晶闸管阀的可靠性；通过变压器级联的方式，满足了高压一次与低压二次之间的绝缘要求，同时又降低了变压器的绝缘要求，降低了变压器的设计与制造成本。送能用低压侧工频电源容易解决。

附图说明

图 1 是本实用新型的晶闸管阀联合试验装置的原理图。

图 2 是本实用新型的晶闸管阀的整体结构图。

图 3 是本实用新型的阀段电气接线与信号流程图。

图 4 是本实用新型的触发送能变压器的级联与阀段的联接示意。

图 5 是本实用新型的阀段内触发与检测送能部分电气联接示意图。

图 6 是本实用新型的阀段内水冷系统流程图，(a) 晶闸管散热部分；(b) 阻尼吸收电阻散热部分。

图 7 是本实用新型的晶闸管级采用的击穿二极管 (BOD) 保护原理图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

参见图 1，是晶闸管阀联合试验装置的原理图，其中 V1~V4 为本实用新型的高压辅助阀，Vt 为被试品阀。

图 2 是辅助阀整体结构图，阀由三个阀段串联组成，每个阀段为 12 个（或 16 个）晶闸管级串联。根据晶闸管阀的电压电流强度要求，选取合适的晶闸管元件，然后根据晶闸管的动静态特性并考虑杂散参数，优化配置晶闸管阀的阻尼吸收电路和直流均压电路，使晶闸管阀满足各种开关电磁暂态强度的要求，同时使晶闸管级上的电压分配比较均匀。

图 3 是阀段的电气接线原理图。由于联合试验装置要求辅助阀在其两端电压很低的条件下能够执行开关操作功能，因此此时不可能从高压一次侧获取触发能量，需要从低电位侧往高电位侧传输能量，通过方案的对比分析，决定采取变压器电磁耦合的方式从低电位往高电位传输能量，即通过送能变压器级联的方式将低电位的交流工频能量耦合至晶闸管阀的高电

位，为晶闸管的触发和检测电路提供工作电源。

图 4 是送能变压器之间的级联以及送能变压器与阀段之间联结示意图。考虑到晶闸管阀段的电位从下到上逐渐升高的分布特点，采取通过送能变压器级联的方式，解决晶闸管阀高电位的主绝缘问题。

送能变压器的输出绕组通过送能电流导线穿越阀段，再通过阀段内的电源分配变压器 CT(由于采用穿心式 CT 设计，故也可称为阀段内送能 CT)，将能量均匀传递至连接在电源分配变压器二次侧的晶闸管电子板 (TE)，具体接线示意图见图 5。

对主要发热的阀元件如晶闸管 ETT (见图 6(a)) 和阻尼吸收电阻 R_s (见图 6(b)) 采用水冷却方式，使阀的结构紧凑；且晶闸管阀上的水冷却管路系统采取并联的方式，利于晶闸管阀的主要发热元件的温度分布均匀，水的流程示意图见图 6。

阀的晶闸管级过电压保护采用击穿型二极管(BOD)进行保护，其电气原理接线图见图 7。

辅助阀的主要技术特点如下：

1. 户内型，采取空气绝缘；
2. 对主要发热的阀元件采用水冷却，使阀的结构紧凑；
3. 晶闸管阀上的水冷却管路系统采取并联的方式，这样有利于晶闸管阀的主要发热元件的温度分布均匀；
4. 采用高电压、大电流的电触发晶闸管；
5. 采用电—光—电的触发和检测方式；
6. 通过工频变压器级联的方式，将低压侧的能量耦合至晶闸管阀高压侧，为晶闸管阀上触发和监控电子系统 (TE) 提供工作电源；
7. 阀的晶闸管级过电压保护采用击穿二极管 (BOD) 进行保护。

辅助阀主要电气指标如下：

1. 阀端间的绝缘水平要求较高,其中辅助阀 V1、V3 阀端间 1 分钟工频耐压为 100kV,操作冲击耐压为 155kV,; 辅助阀 V2 的阀端间 1 分钟工频耐压为 110kV,操作冲击耐压 220kV。
2. 稳态运行时,辅助阀 V1 、V2、V3 的电流设计指标为有效值 1500A,峰值为 6800A 的窄脉冲电流 (2ms~3ms); 辅助阀 V4 的电流设计指标为有效值 3000A,峰值为 4300A 的正弦波电流;

晶闸管阀的开关动态指标要求高,如开通和关断时的电流变化率 $\geq 10\text{A}/\mu\text{s}$,关断时的电压变化率 $\geq 120\text{V}/\mu\text{s}$ 。

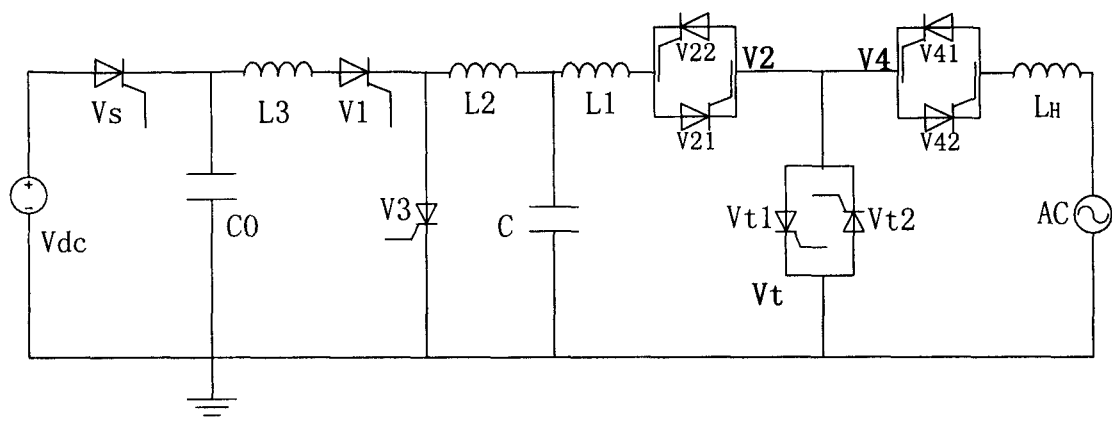


图 1

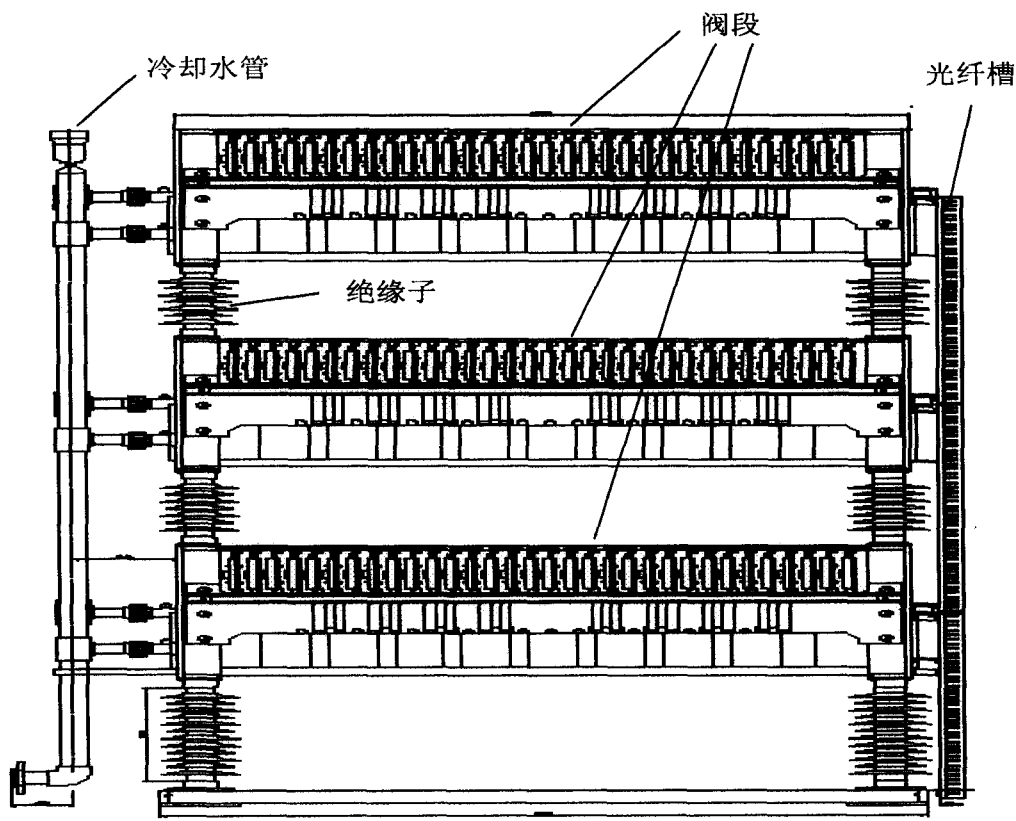


图 2

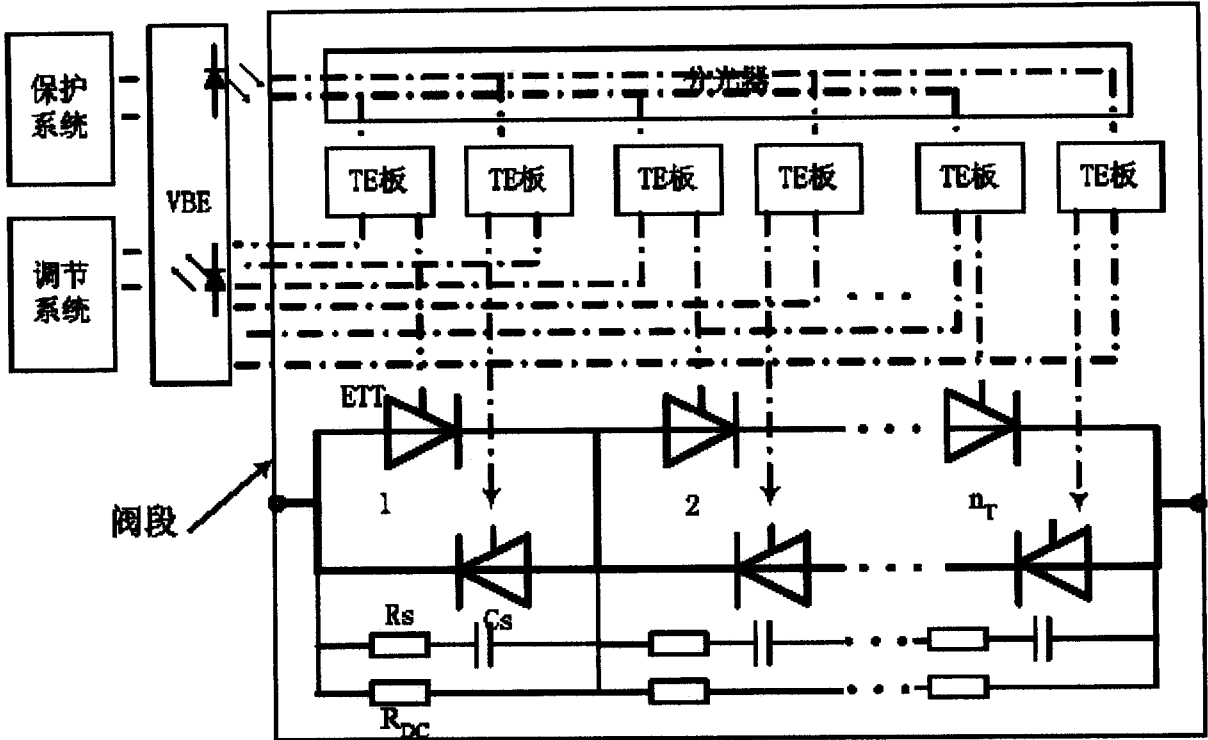


图 3

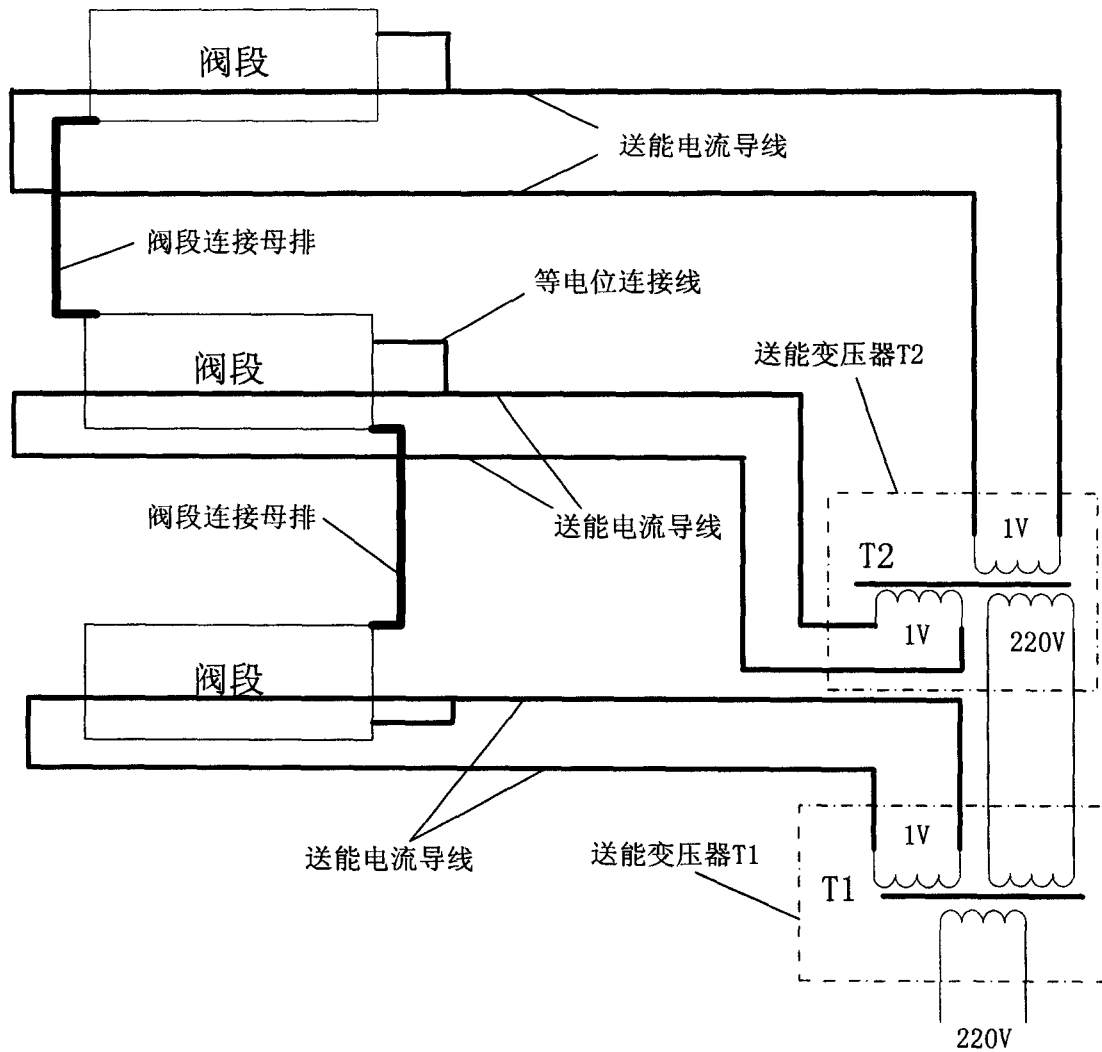


图 4

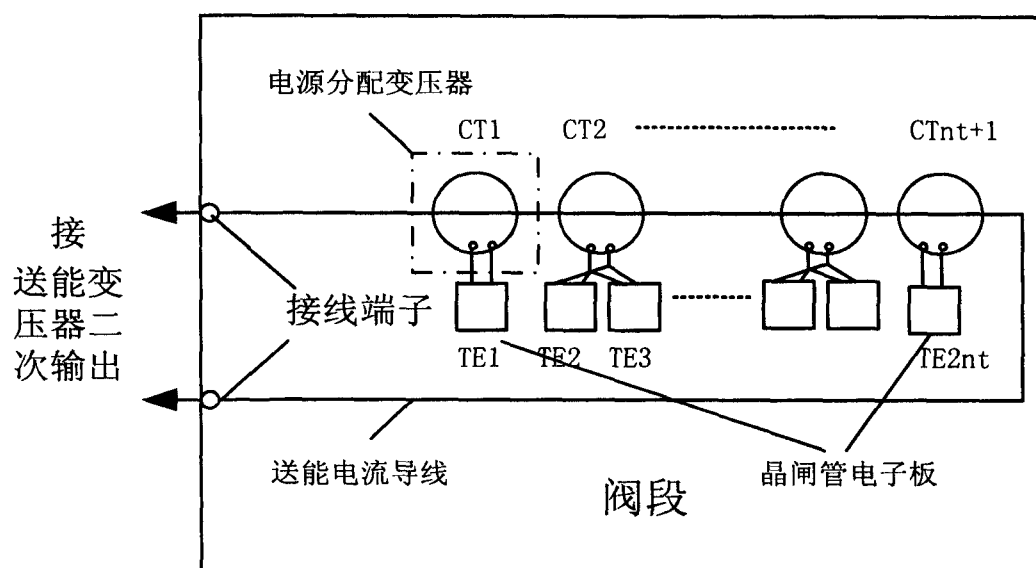


图 5

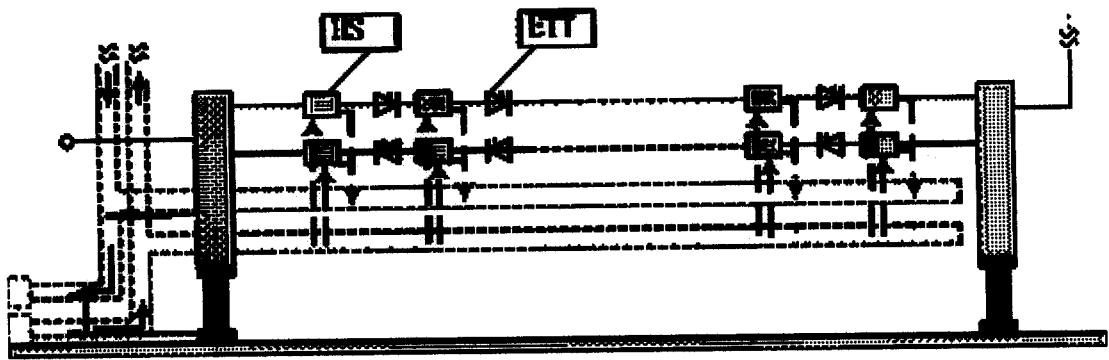


图 6 (a)

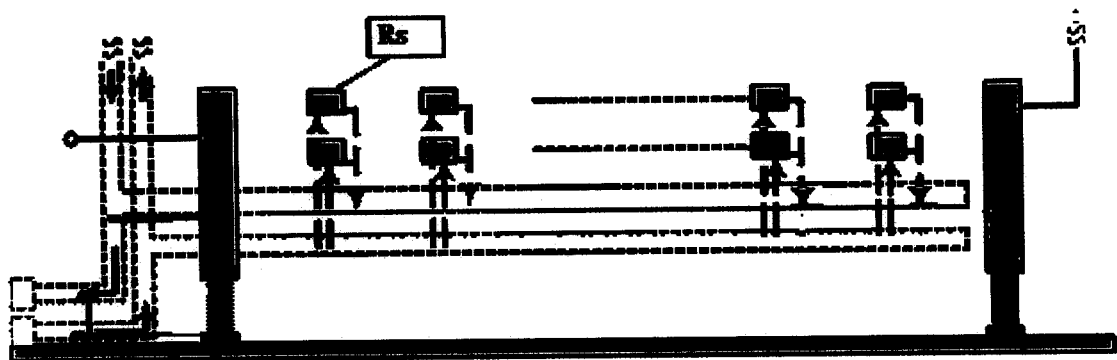


图 6 (b)

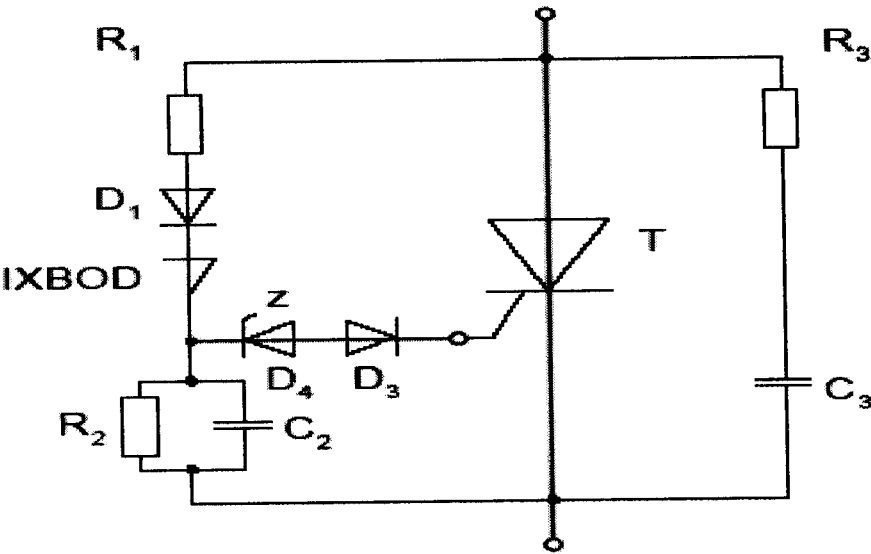


图 7