



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104184108 B

(45)授权公告日 2018.08.10

(21)申请号 201310188777.0

(22)申请日 2013.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104184108 A

(43)申请公布日 2014.12.03

(73)专利权人 通用电气公司  
地址 美国纽约州

(72)发明人 毛赛君 杨文强 朱鹏程 康鹏举  
张颖奇 许飞

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 封新琴

(51)Int.Cl.  
H02H 3/087(2006.01)

(56)对比文件

US 2014029152 A1,2014.01.30,  
CN 102870181 A,2013.01.09,  
US 2013038975 A1,2013.02.14,

审查员 赵文华

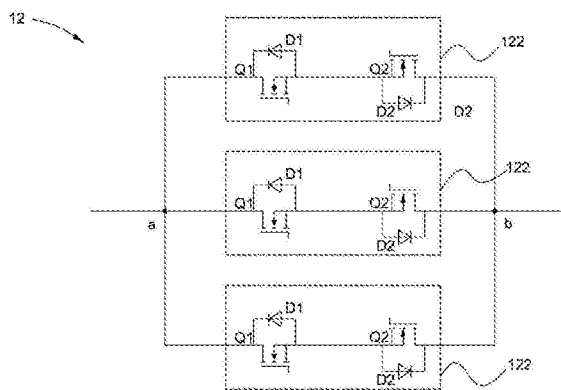
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

直流断路器及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种直流断路器,应用于一些系统中,其包括用于测量流经该直流断路器的电流的电流传感器、控制器及至少一个串联连接的开关模组。每一个开关模组包括至少一个并联连接的基本开关器件,每一个基本开关器件包括一个第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管及一个第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联电性连接。该控制器控制该开关模组电性导通该系统中,并且根据该电流传感器检测的电流控制该开关模组以开断流经其的电流。本发明还涉及控制该直流断路器导通电流和开断电流的控制方法。



1. 一种用于控制直流断路器的电流导通方法,其特征在于:

该直流断路器应用于一系统中,其包括:

用于测量流经该直流断路器的电流的电流传感器;

控制器;

与该电流传感器串联连接的隔离开关;及

与该隔离开关串联连接的第一开关模组,该第一开关模组包括第一基本开关器件,该第一基本开关器件包括第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联电性连接;

其中,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管配置在同步整流模式下,该控制器控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管电性导通该系统中,并且根据该电流传感器测量的电流控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管以开断流经其的电流,

该方法包括:

在第一时间点导通该隔离开关;

在该第一时间点之后的第二时间点导通该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;及

在该第二时间点之后的第三时间点导通该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;

其中,电流流向由第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管。

2. 如权利要求1所述的方法,其中该第一时间点与第二时间点之间的时间间隔及该第二时间点与第三时间点之间的时间间隔为1微秒至1000微秒。

3. 一种用于控制直流断路器的电流开断方法,其特征在于:

该直流断路器应用于一系统中,其包括:

用于测量流经该直流断路器的电流的电流传感器;

控制器;

与该电流传感器串联连接的隔离开关;及

与该隔离开关串联连接的第一开关模组,该第一开关模组包括第一基本开关器件,该第一基本开关器件包括第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联电性连接;

其中,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管配置在同步整流模式下,该控制器控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管电性导通该系统中,并且根据该电流传感器测量的电流控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管以开断流经其的电流,

该方法包括:

在第一时间点关断该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一时间点为该电流传感器测量的电流大于预设额定值时的时间点;

在该第一时间点之后的第二时间点关断该隔离开关;及  
在该第二时间点之后的第三时间点关断该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;

其中,电流流向由第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管。

4.如权利要求3所述的方法,其中该第一时间点与第二时间点之间的时间间隔及该第二时间点与第三时间点之间的时间间隔为1微秒至1000微秒。

## 直流断路器及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及直流断路器及其控制方法,特别涉及一种应用于较高电压系统上的直流断路器及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,高压直流(high-voltage direct current,HVDC)系统及中压直流(medium-voltage direct current,MVDC)系统被广泛应用在工业生产的各个领域,例如应用在多端高压电网系统、海底电网分布系统、海上电力传输系统等。为了保证高压直流系统或中压直流系统能够稳定的工作,需要提供可应用于上述系统的直流断路器,一方面提供快速的开断反应以保护系统的电网安全,同时还需满足低损耗的要求。

[0003] 现有的机械式的直流断路器可以实现短路保护,但是其电流开断反应的时间较长,大概在几十毫秒,不能满足高压直流系统或中压直流系统故障电流的高速开断要求。为了实现快速开断,一些新的方法也被开发出来,例如由半导体电子开关器件建构的直流断路器可满足快速开断的要求,最常见的半导体电子开关器件应用的为硅绝缘栅双极型晶体管(silicon insulated gate bipolar transistor,IGBT)。但是传统的硅绝缘栅双极型晶体管在电网能量传输过程中会损耗大量的能量,如此大大降低了电能的传输或转换效率。另一方面,由于该传统的硅绝缘栅双极型晶体管在工作过程中还会产生热量,如此需要提供若干散热片来给它们进行散热,故这些增加的散热片会占用一定的空间并提高了系统整体的重量,由此会大大降低系统的性能。

[0004] 所以,需要提供一种新的直流断路器及其控制方法来解决上述问题。

### 发明内容

[0005] 现在归纳本发明的一个或多个方面以便于本发明的基本理解,其中该归纳并不是本发明的扩展性纵览,且并非旨在标识本发明的某些要素,也并非旨在划出其范围。相反,该归纳的主要目的是在下文呈现更详细的描述之前用简化形式呈现本发明的一些概念。

[0006] 本发明的一个方面在于提供一种直流断路器,应用于一系统中。该直流断路器包括:

[0007] 用于测量流经该直流断路器的电流的电流传感器;

[0008] 控制器;

[0009] 与该电流传感器串联连接的隔离开关;及

[0010] 与该隔离开关串联连接的第一开关模组,该第一开关模组包括第一基本开关器件,该第一基本开关器件包括第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联电性连接;

[0011] 其中,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管配置在同步整流模式下,该控制器控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管电性导通该系统

中,并且根据该电流传感器测量的电流控制该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管以开断流经其的电流。

[0012] 本发明的另一方面在于提供一种用于控制所述直流断路器的电流导通方法。该电流导通方法包括:

[0013] 在第一时间点导通该隔离开关;

[0014] 在该第一时间点之后的第二时间点导通该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;及

[0015] 在该第二时间点之后的第三时间点导通该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;

[0016] 其中,电流流向由第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管。

[0017] 本发明的再一方面在于提供一种用于控制所述直流断路器的电流开断方法。该电流开断方法包括:

[0018] 在第一时间点关断该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,该第一时间点为该电流传感器检测的电流大于预设额定值时的时间点;

[0019] 在该第一时间点之后的第二时间点关断该隔离开关;及

[0020] 在该第二时间点之后的第三时间点关断该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管;

[0021] 其中,电流流向由第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管。

[0022] 相较于现有技术,本发明的直流断路器及其控制方法将第一开关模组中的半导体开关器件使用了配置在同步整流模式下的碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管,如此在正常工作过程中可以控制碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管上的电流沿着其较低功率损耗的沟道流过,从而使能量损耗在传输过程中大大降低了,提高了效率,另外在开断电流时也能进一步满足更加快速的开断电流的要求。此外,该碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管相较于传统的半导体器件在工作过程中产生较小的热量且能承受更高的操作热量,如此无需提供散热片或需要提供的散热片数量及体积也将大大降低,进而减轻了系统整体的重量并节约了空间,由此会大大提高系统的性能。

## 附图说明

[0023] 通过结合附图对于本发明的实施方式进行了描述,可以更好地理解本发明,在附图中:

[0024] 图1为本发明直流断路器的较佳实施方式的示意图。

[0025] 图2为图1直流断路器中的一个开关模组的较佳实施方式的电路图。

[0026] 图3为用于控制图1直流断路器中的开关模组及机械开关的电流导通方法的较佳实施方式的流程图。

[0027] 图4为图3电流导通方法控制图1直流断路器中开关在电流连接过程中的控制命令的时序示意图。

[0028] 图5为图1直流断路器中开关在电流连接过程中不同控制状态下电流流向的示意

图。

[0029] 图6为用于控制图1直流断路器中的开关模组及机械开关的电流开断方法的较佳实施方式的流程图。

[0030] 图7为图6电流导通方法控制图1直流断路器中开关在电流开断过程中的控制命令的时序示意图。

[0031] 图8为图1直流断路器中开关在电流开断过程中不同控制状态下电流流向的示意图。

### 具体实施方式

[0032] 以下将描述本发明的具体实施方式,需要指出的是,在这些实施方式的具体描述过程中,为了进行简明扼要的描述,本说明书不可能对实际的实施方式的所有特征均作详尽的描述。应当可以理解的是,在任意一种实施方式的实际实施过程中,正如在任意一个工程项目或者设计项目的过程中,为了实现开发者的具体目标,为了满足系统相关的或者商业相关的限制,常常会做出各种各样的具体决策,而这也会从一种实施方式到另一种实施方式之间发生改变。此外,还可以理解的是,虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的,然而对于与本发明公开的内容相关的本领域的普通技术人员而言,在本公开揭露的技术内容的基础上进行的一些设计,制造或者生产等变更只是常规的技术手段,不应当理解为本公开的内容不充分。

[0033] 除非另作定义,权利要求书和说明书中使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“一个”或者“一”等类似词语并不表示数量限制,而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的器件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的器件或者物件及其等同器件,并不排除其他器件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电气的连接,不管是直接的还是间接的。

[0034] 请参考图1,为本发明直流断路器100的较佳实施方式的示意图。该直流断路器100可以应用在任何电力传输或者电力分配系统中,例如应用在高压直流系统中或中压直流系统中,以用于当应用的系统中的电流超过额定值或其他需要开断电流的情况发生时快速开断其内部的电流,以保护系统不被损坏。

[0035] 在图1的实施方式中,该直流断路器100包括两个导通端‘A’及‘B’、一个机械开关K、一个限流器L、一个电流传感器CS、一个电流开断单元120及一个控制器140。在一些实施方式中,该限流器L为电感器件。该控制器140可以为任意类型的控制器件,例如微控制器、可编程控制器、数字信号处理器等。

[0036] 该两个导通端‘A’及‘B’用于将该直流断路器100电性耦合至所应用的电力系统(未示出)的指定位置处,如主线路路上。该电流传感器CS用于测量流经该直流断路器100上的电流。该控制器140用于接收该电流传感器CS检测到的电流信号,并根据该电流信号或系统发出的指令来对应控制该机械开关K及该电流开断单元120的通断。在正常的工作过程中,也就是需要电流导通该直流断路器100时,例如系统发出启动信号给该控制器140时,该控

制器140则控制该机械开关K及该电流开断单元120均导通,以确保电力系统中的电流能正常流过该直流断路器100;当电力系统中的电流发生异常时,例如当该电流传感器CS测量到的电流信号不在正常的范围时(例如大于2KA),该控制器140则控制该机械开关K及该电流开断单元120快速关断,以确保电力系统安全。其中,该电流开断单元120提供一个快速开断电流的功能,满足电力系统快速开断的要求,而该机械开关K则用于提供一个物理上的完全开断,另外该电流开断单元120在系统正常工作时还可满足低损耗的要求。其他实施方式中,该机械开关K也可以手动控制,不需控制器140来控制,该机械开关K还可以是其他类型的隔离开关。

[0037] 该电流开断单元120包括至少一个开关模组12,若该开关模组12的数量大于一个时,则这些开关模组12串联电性耦合在一起。该串联的开关模组12的数量由该电流开断单元120所承受的电压或电流所决定,若承受的电压或电流很高,则相应的开关模组12的数量则相应的增加,反之亦然。每一个开关模组12进一步与一个非线性电阻R并联连接。该并联的非线性电阻R可以帮助平衡电压,同时还可吸收电流开断时的能量。由于每一个开关模组12具有相似的配置和功能,故下文仅详细描述一个开关模组12。

[0038] 请参考图2,为一个开关模组12的较佳实施方式的电路图。该开关模组12包括至少一个基本开关器件122。若该基本开关器件122的数量大于一个时,则这些基本开关器件122并联电性耦合在一起。该并联的基本开关器件122的数量也由该电流开断单元120所承受的电压或电流所决定,若承受的电压或电流很高,则相应的基本开关器件122的数量则相应的增加,反之亦然。图2的实施方式中示意的是三个并联的基本开关器件122的例子。由于每一个基本开关器件122具有相似的配置和功能,故下文仅详细描述一个基本开关器件122。

[0039] 在图2的实施方式中,该基本开关器件122包括一个第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管(silicon carbide metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, SiC-MOSFET)Q1及一个第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2。该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1与该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2反向串联电性耦合在一起。该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1还包括一个二极管D1,该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2还包括一个二极管D2。碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管的具体内部结构这里不具体描述。

[0040] 在非限定的实施方式中,该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的漏极电性耦合至一个第一端'a',该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的源极与该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的源极电性连接。第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的栅极用于接收来至控制器140的控制命令,来控制该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的通断。该二极管D1的阴极电性耦合至该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的漏极,该二极管D1的阳极电性耦合至该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的源极。该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的漏极电性耦合至一个第二端'b',该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的栅极用于接收来至控制器140的控制命令,来控制该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的通断。该二极管D2的阴极电性耦合至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的漏极,该二极管D2的阳极电性耦合至该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的源极。在其他实施方式中,该第一端'a'与第二端'b'之间还可包含若干个同向串联的第一

碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1或若干个同向串联的第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2,以承受更高的电压或电流,具体数量根据实际需要来设定。

[0041] 在该直流断路器100启动时,也就是说该直流断路器100应用的系统启动时需要电流可以正常的通过该直流断路器100,此时该控制器140输出控制命令至该机械开关K及各个开关模组12。例如,该控制器140根据应用的系统输出的启动信号来发出上述控制命令以导通该机械开关K及各个开关模组12。图3示意了用于控制该机械开关K及各个开关模组12的电流导通方法30的较佳实施方式的流程图。假设电流的走向为从导通端‘A’到导通端‘B’,该电流导通方法30的较佳实施方式包括以下步骤。

[0042] 步骤31,在一个第一时间点T1上(同时参考图4),该机械开关K在控制器140输出的控制命令SK(波形41)的控制下导通,以首先实现导通端‘A’到导通端‘B’之间的一个机械上的连接。请参考图5,状态51为初始状态,也即该机械开关K及各个开关模组12均处于关断状态。状态52对应步骤31执行后的状态,也即此时该机械开关K导通,而各个开关模组12还处于关断状态,此时仍然没有电流流经该直流断路器100。

[0043] 步骤32,在第一时间点T1后的一个第二时间点T2上,每一个开关模组12中的第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1在控制器140输出的控制命令SQ1(波形42)的控制下导通。其中,第一时间点T1与第二时间点T2之间的时间间隔为一个预设的时间间隔,例如大约为1微秒至1000微秒。请参考图5,状态53对应步骤32执行后的状态,也即此时该机械开关K导通,各个开关模组12中的第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1均导通,而各个开关模组12中的第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2还处于关断状态,此时电流流经该机械开关K,该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的沟道(漏极到源极)及该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的二极管D2(参见图中粗线条箭头示意的电流走向)。尽管此时电流可以正常流过该直流断路器100,但是由于在第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2处是流经的二极管D2而非其沟道,故会使电流传输时消耗过多的能量。实际上,相较于传统的硅绝缘栅双极型晶体管,应用碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管仅消耗0.2-0.5倍的损耗。另外,碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管的开关反应时间也较硅绝缘栅双极型晶体管快5-10倍左右。

[0044] 步骤33,在第二时间点T2后的一个第三时间点T3上,每一个开关模组12中的第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2在控制器140输出的控制命令SQ2(波形43)的控制下导通。其中,第二时间点T2与第三时间点T3之间的时间间隔为一个预设的时间间隔,例如大约为1微秒至1000微秒。请参考图5,状态54对应步骤33执行后的状态,也即此时该机械开关K导通,各个开关模组12中的第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1及Q2均导通,此时电流流经该机械开关K,该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1的本体部及该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的沟道(参见图中粗线条箭头示意的电流走向)。由于碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管在沟道切换控制(channel reverse conduction control)下具有同步整流(synchronous rectification,SR)模式,进而可以控制碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管上的电流沿着其较低功率损耗的路径流过,如此相较于步骤32可进一步降低损耗17%左右。

[0045] 也就是说,在碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2的栅极端处的正相栅极驱动信号(positive gate drive signals)的作用下,每一个碳化硅金属氧化物半导体场效

应晶体管Q2上的电流均可被从反并联二极管传输路径切换至反向沟道传输路径,即切换至电流从源极(source terminal)向漏极(drain terminal)进行传输,使电流沿着低损耗的路径传输。如此,相较于现有技术中所使用的传统的半导体电子开关器件如硅绝缘栅双极型晶体管,本发明通过使用该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1及Q2可在电流传输过程中大大降低能量的损耗,提高了效率。另一方面,该第一及第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1及Q2相较于传统的硅绝缘栅双极型晶体管在工作过程中产生较小的热量,并可承受较高的操作温度(例如大于175摄氏度),如此无需使用散热器或需要提供的散热片数量及体积也将大大降低,进而减轻了系统整体的重量并节约了空间,由此会大大提高系统性能。

[0046] 上述实施方式所给出的例子为电流走向由导通端‘A’流向导通端‘B’,当电流走向改由导通端‘B’流向导通端‘A’,则上述步骤32与步骤33调换,具体工作原理相似,不再赘述。

[0047] 当该直流断路器100所应用的系统发生电流故障时,如流经该直流断路器100的电流大于预设额定值时,此时该控制器140输出控制命令至该机械开关K及各个开关模组12,例如,该控制器130根据电流传感器CS的测量信号发出对应的上述控制命令以关断该机械开关K及各个开关模组12。图6示意了用于控制该机械开关K及各个开关模组12的电流开断方法60的较佳实施方式的流程图。假设电流的走向为从导通端‘A’到导通端‘B’,该电流开断方法60的较佳实施方式包括以下步骤。

[0048] 步骤61,在一个第四时间点T4上,也即电流需开断的时刻(同时参考图7),该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1在控制器140输出的控制命令SQ1(波形72)的控制下关断。请参考图8,状态81为正常工作状态(同图5的状态54)。状态82对应步骤61执行后的状态,也即此时该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1关断,尽管此时该机械开关K和该第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2还处于导通状态,但由于该第一碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q1已经关断,故流经该直流断路器100的电流被迅速切断,保证了系统不被损坏。应用碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管作为切断电流的半导体开关可满足系统对快速切断电流的要求。

[0049] 步骤62,在第四时间点T4后的一个第五时间点T5上,该机械开关K在控制器140输出的控制命令SK(波形71)的控制下关断,从而实现机械上的开断。其中,第四时间点T4与第五时间点T5之间的时间间隔为一个预设的时间间隔,例如大约为1微秒至1000微秒。请参考图8,状态83对应步骤62执行后的状态,也即此时该机械开关K也关断了。

[0050] 步骤63,在第五时间点T5后的一个第六时间点T6上,每一个开关模组12中的第二碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管Q2在控制器140输出的控制命令SQ2(波形73)的控制下关断。其中,第五时间点T5与第六时间点T6之间的时间间隔为一个预设的时间间隔,例如大约为1微秒至1000微秒。请参考图8,状态84对应步骤63执行后的状态,也即回到了图5示意初始状态51,以为后续系统的重新启动作准备。

[0051] 上述实施方式所给出的例子为电流走向由导通端‘A’流向导通端‘B’,当电流走向改由导通端‘B’流向导通端‘A’,则上述步骤61与步骤63调换,具体工作原理相似,不再赘述。

[0052] 虽然结合特定的实施方式对本发明进行了说明,但本领域的技术人员可以理解,

对本发明可以作出许多修改和变型。因此,要认识到,权利要求书的意图在于覆盖在本发明真正构思和范围内的所有这些修改和变型。

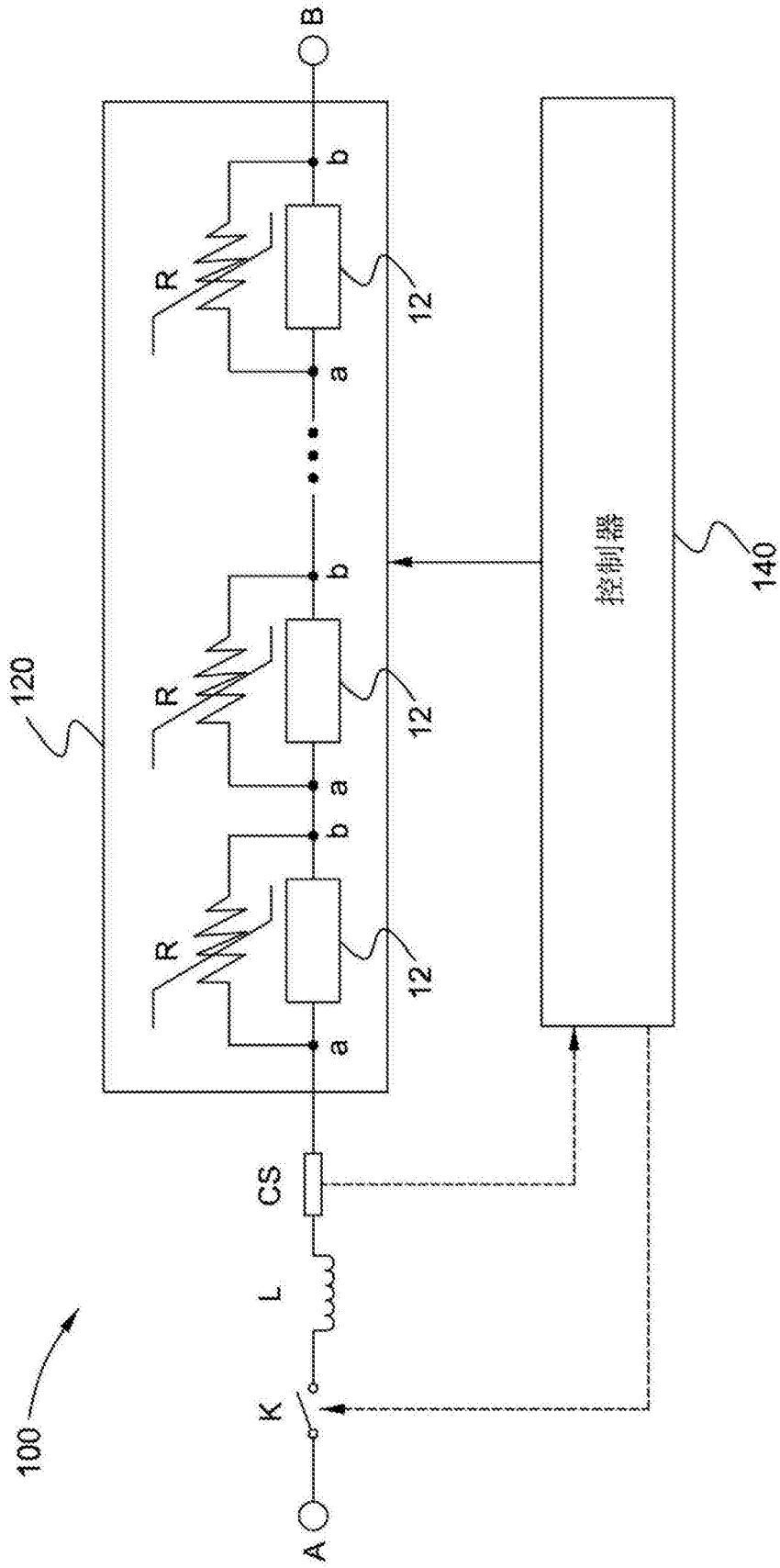


图1

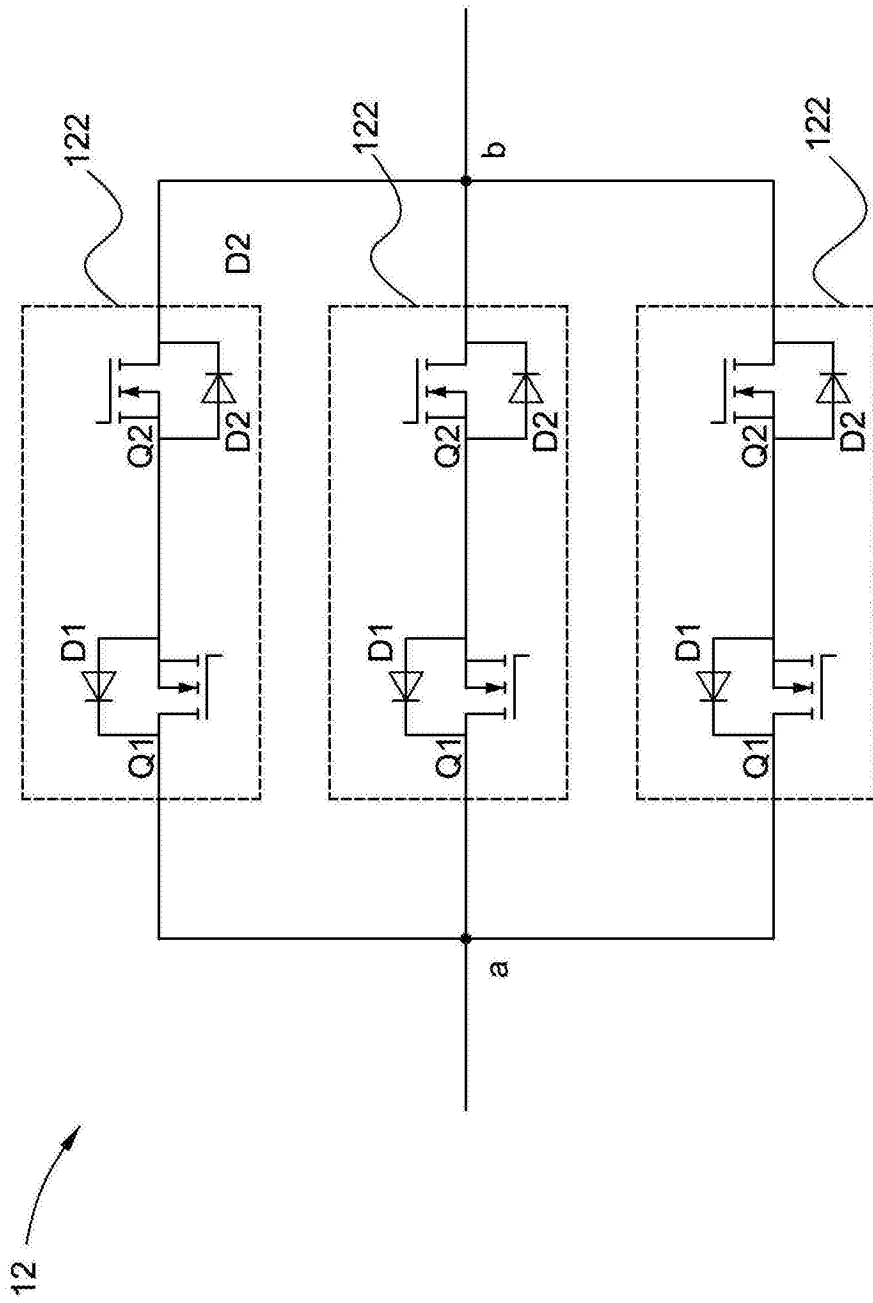


图2

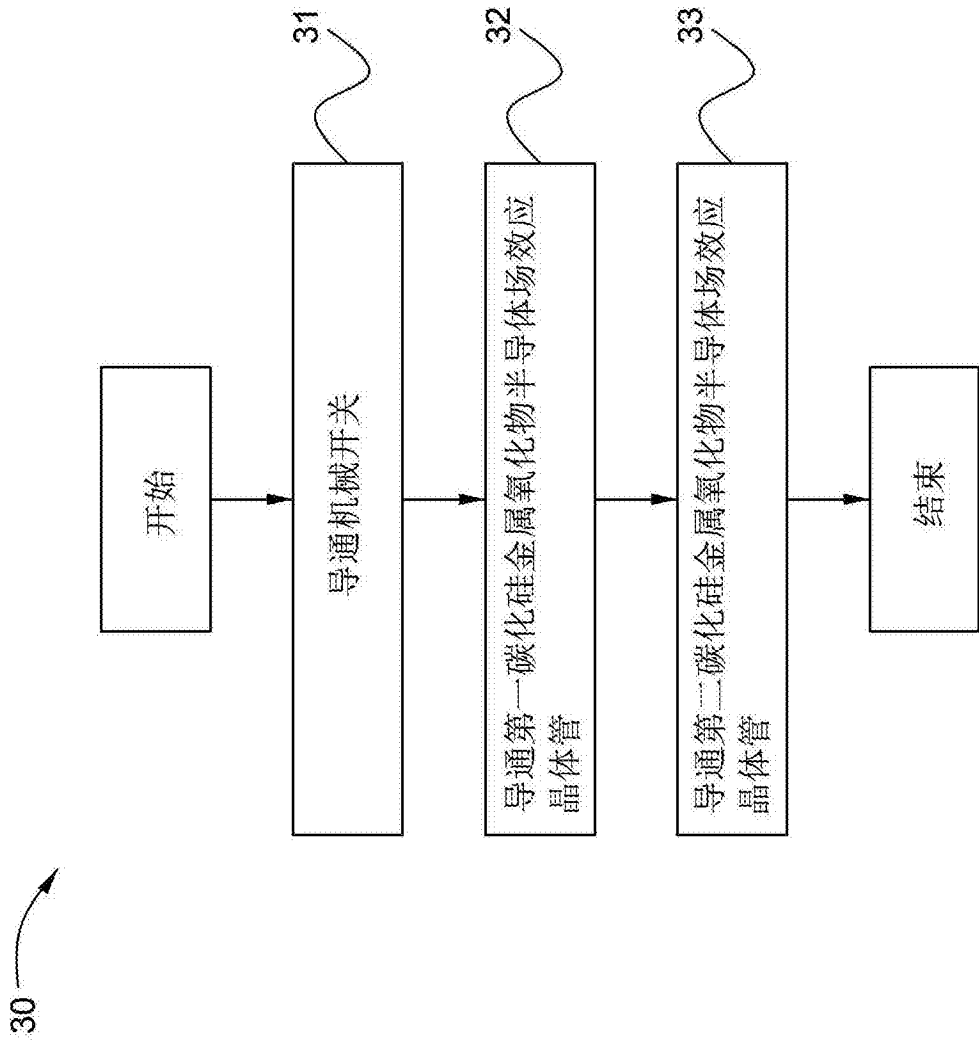


图3

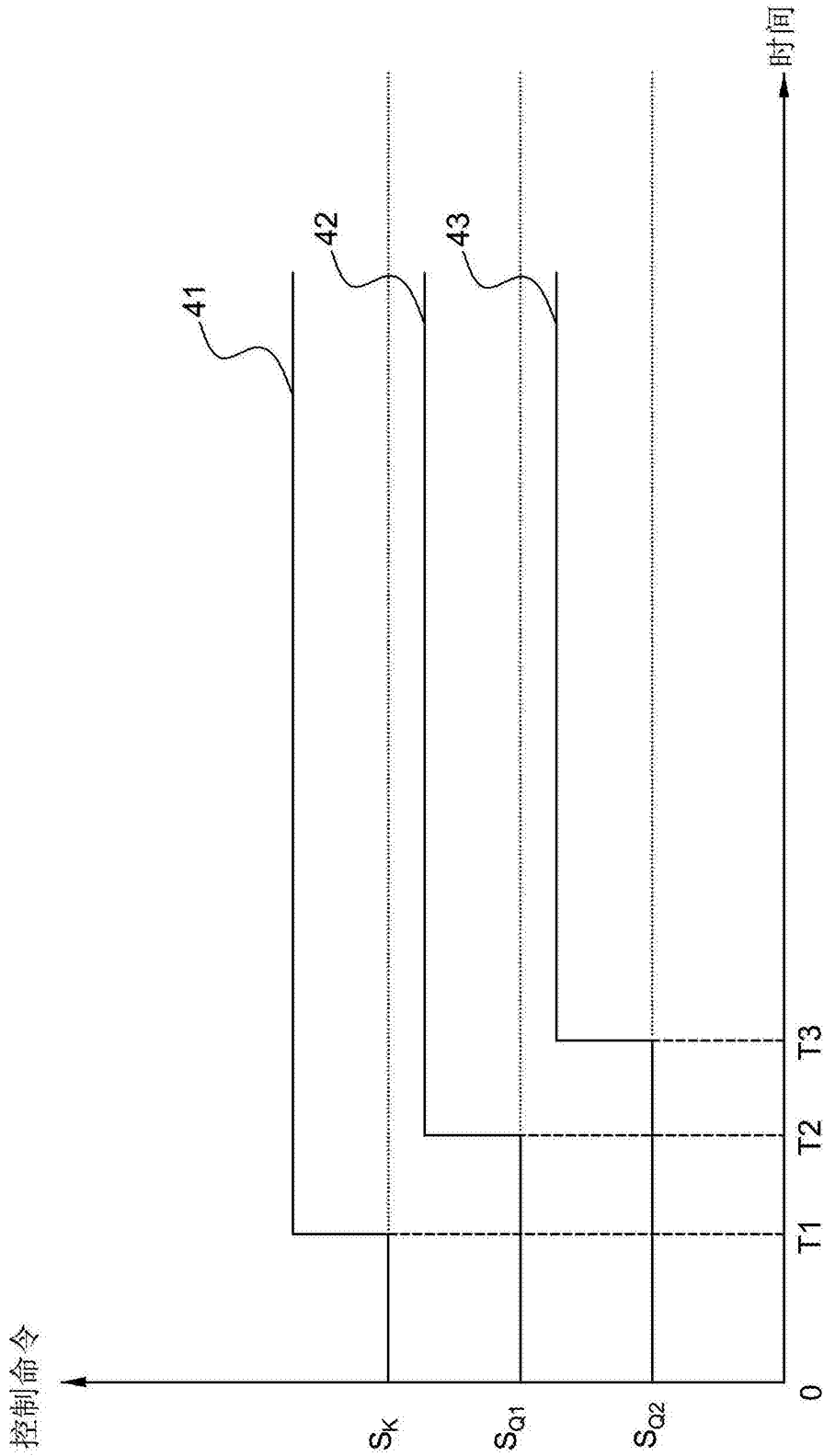


图4

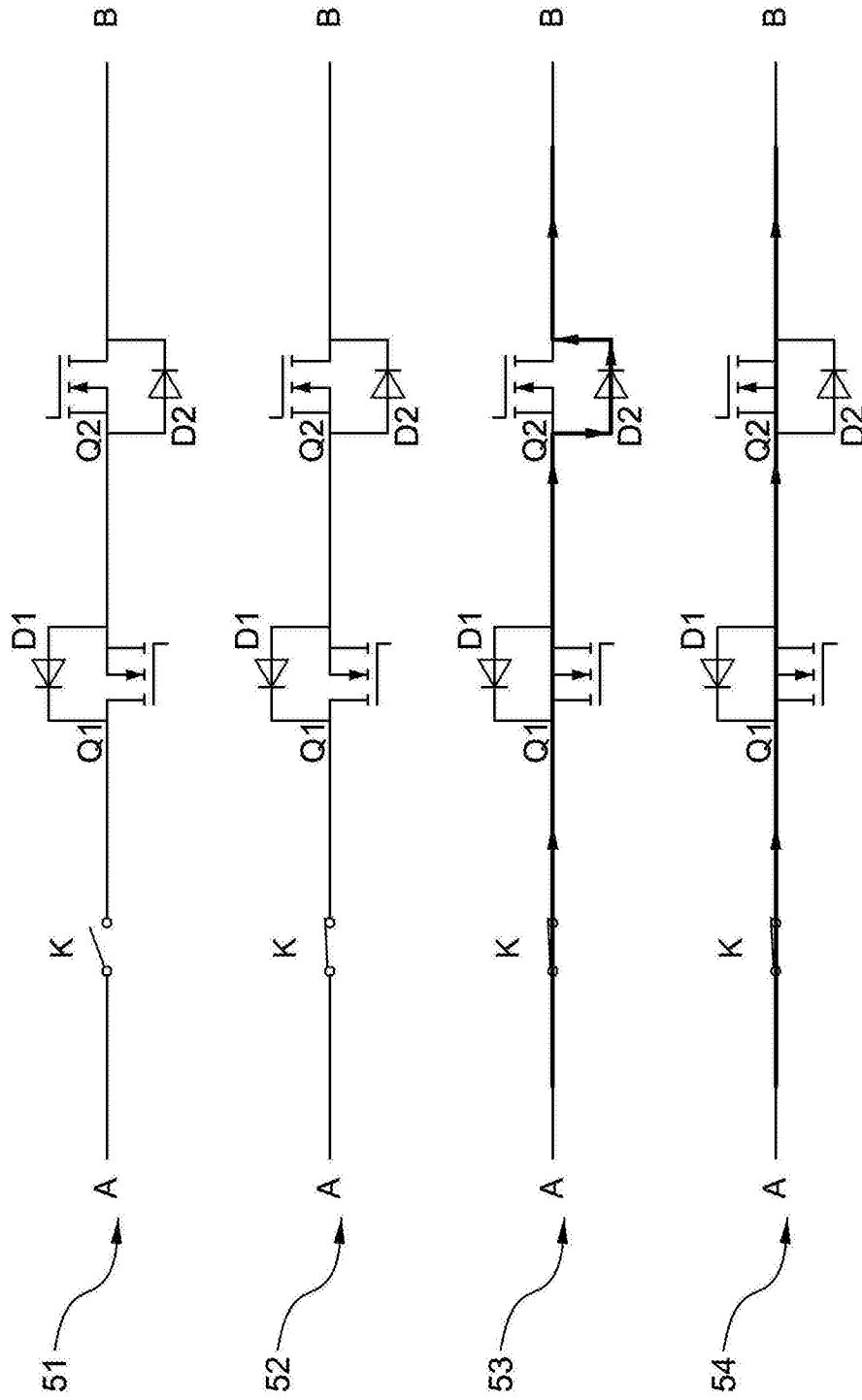


图5

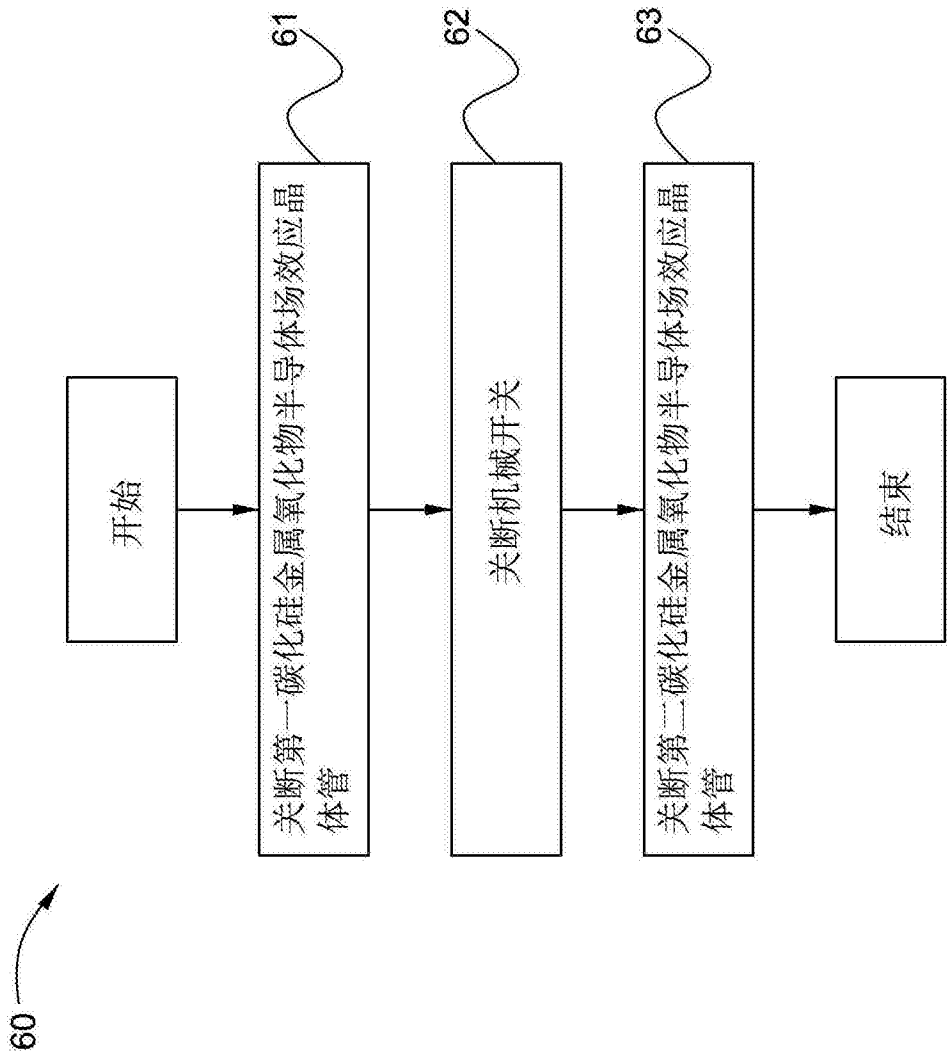


图6

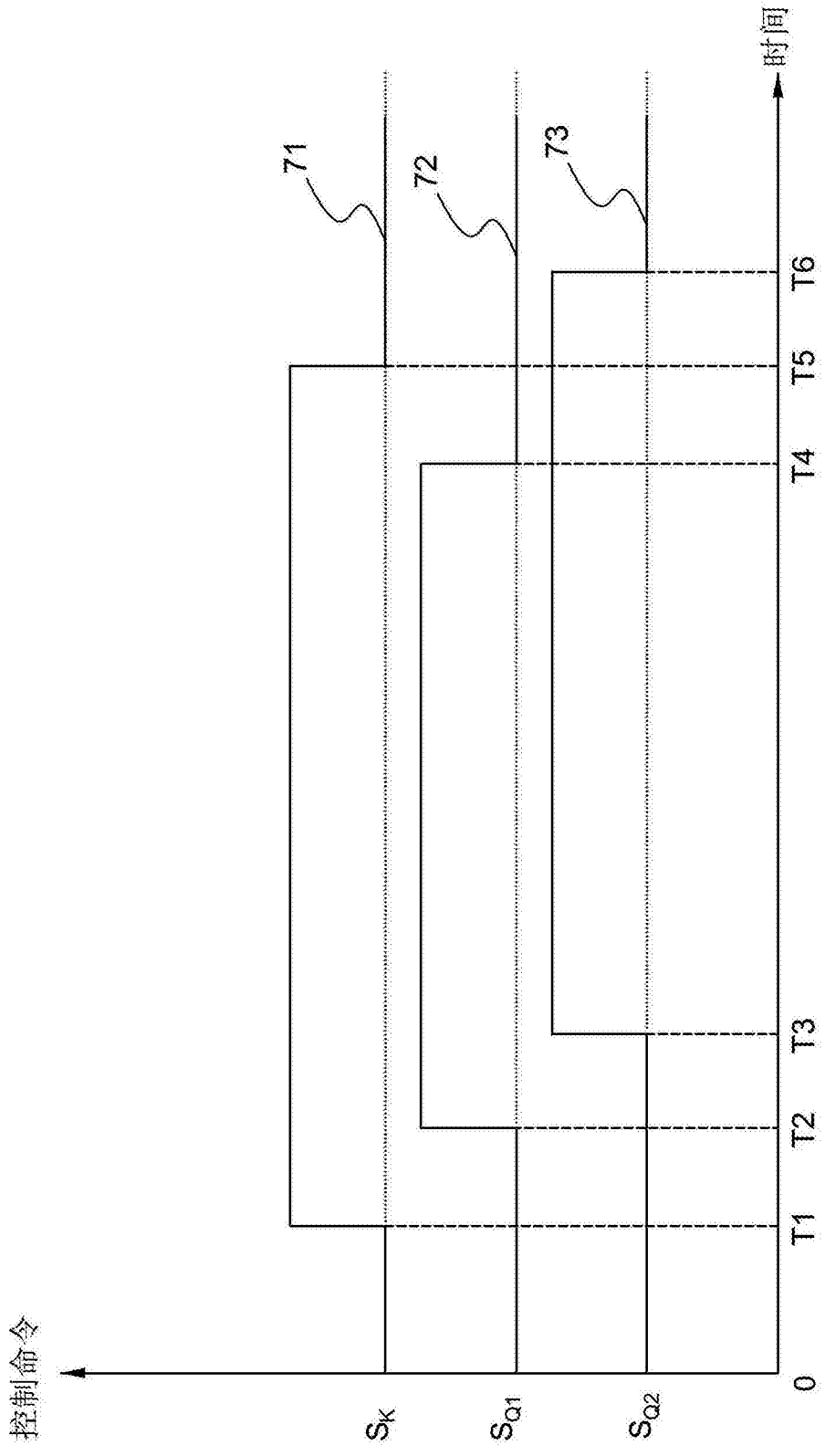


图7

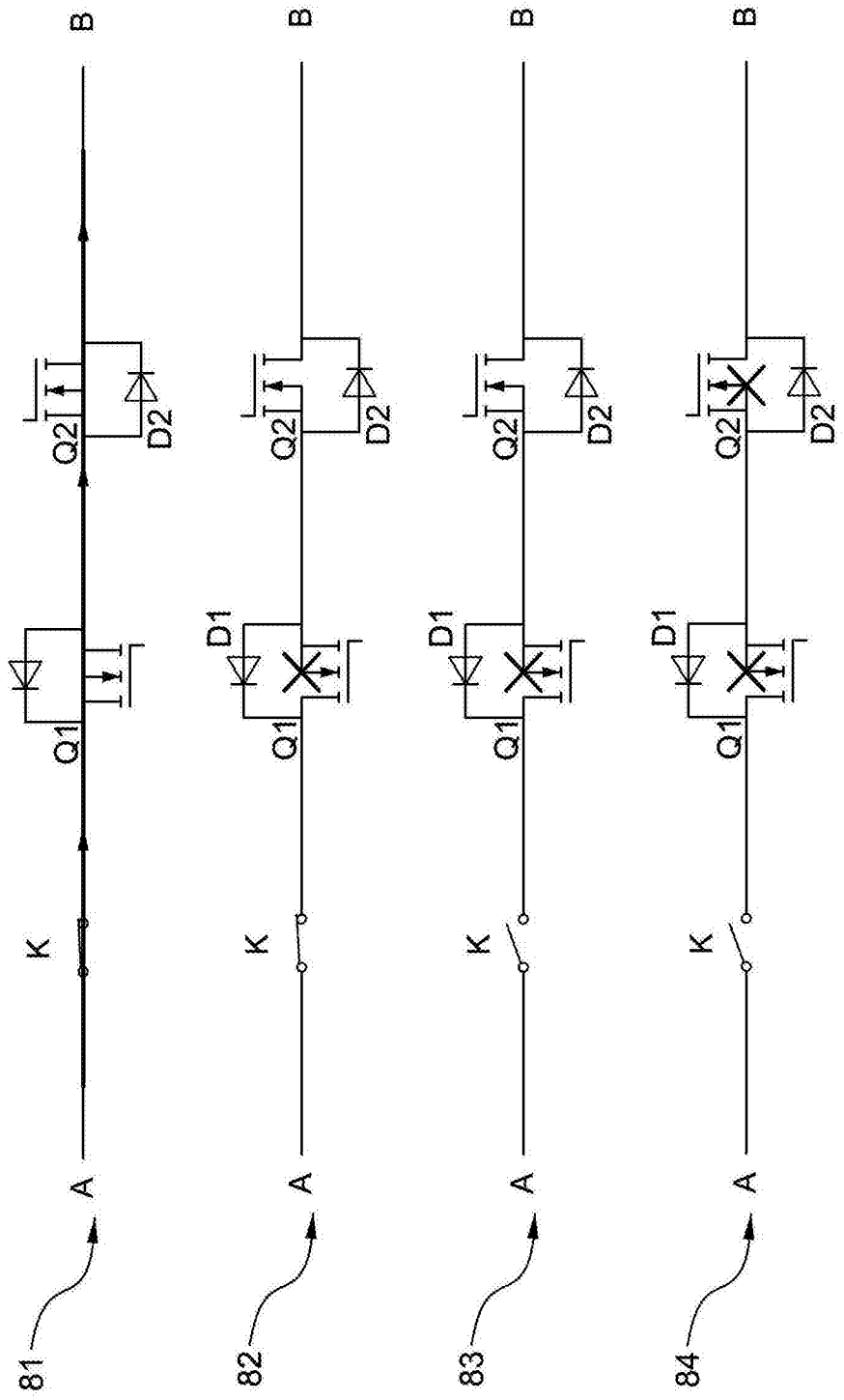


图8