

1. 一种焊接电源(100), 包括:

电力转换电路(110), 该电力转换电路被配置成用于将输入电流转换为输出电流;

控制器(130);

电桥电路(160), 该电桥电路操作性地连接至所述电力转换电路(110)上并且被配置成用于根据所述控制器(130)的命令来切换流经操作性连接至该焊接电源(100)的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向;

电弧调节电路(170), 该电弧调节电路操作性地连接至该电桥电路(160)并且配置成在该输出电流的极性转变过程中在所述焊接输出电路路径的焊条(E)与工件(W)之间引起一个足以重新点燃电弧的电压、并且该电弧调节电路进一步配置成至少在该输出电流的负到正的极性转变过程中引起过冲电流以便有助于重新点燃电弧;

其中, 该电弧调节电路(170)包括:

电感器, 其配置成存储能量; 以及

恒流源, 其配置成向所述电感器供应经调节的恒流; 并且

其中, 所述电弧调节电路(170)的输出端连接至所述电桥电路(160)。

2. 如权利要求1所述的焊接电源, 其中, 该电弧调节电路(170)包括被配置成用于提供该过冲电流的叠加电容器。

3. 如权利要求2所述的焊接电源, 其中, 该电弧调节电路(170)包括被配置成用于使该叠加电容器在该输出电流的负到正的极性转变过程中选择性地放电的独立放电控制开关。

4. 如权利要求3所述的焊接电源, 其中, 该电感器的电感值在10豪亨与100豪亨之间。

5. 如权利要求1所述的焊接电源, 其中, 该恒流源被配置成用于提供在2amps与10amps之间的可调节的电流。

6. 如权利要求1至5之一所述的焊接电源, 其中, 该电力转换电路(110)、该电桥电路(160)以及该电弧调节电路(170)被配置成用于根据该焊接电源(100)的所述控制器(130)的命令来提供正直流电焊接操作、负直流电焊接操作和交流电焊接操作中的任何一者。

7. 如权利要求1至5之一所述的焊接电源, 其中, 该电力转换电路(110)是基于半电桥式输出拓扑结构的变压器, 其中该电力转换电路(110)包括直流电输出拓扑结构, 其中该电力转换电路(110)是基于逆变器的电路, 和/或其中该电力转换电路是基于斩波器的电路。

8. 如权利要求6所述的焊接电源, 其中, 该电力转换电路(110)是基于半电桥式输出拓扑结构的变压器, 其中该电力转换电路(110)包括直流电输出拓扑结构, 其中该电力转换电路(110)是基于逆变器的电路, 和/或其中该电力转换电路是基于斩波器的电路。

9. 如权利要求1-5和8之一所述的焊接电源, 其中, 该电桥电路(160)被配置成半桥式电路, 或者其中该电桥电路(160)被配置成全桥式电路。

10. 如权利要求6所述的焊接电源, 其中, 该电桥电路(160)被配置成半桥式电路, 或者其中该电桥电路(160)被配置成全桥式电路。

11. 如权利要求7所述的焊接电源, 其中, 该电桥电路(160)被配置成半桥式电路, 或者其中该电桥电路(160)被配置成全桥式电路。

12. 如权利要求1-5、8、10和11之一所述的焊接电源, 其中, 该电桥电路(160)包括至少两个开关晶体管。

13. 如权利要求6所述的焊接电源, 其中, 该电桥电路(160)包括至少两个开关晶体管。

14. 如权利要求7所述的焊接电源,其中,该电桥电路(160)包括至少两个开关晶体管。

15. 如权利要求9所述的焊接电源,其中,该电桥电路(160)包括至少两个开关晶体管。

16. 如权利要求1所述的焊接电源,其中,所述恒流源包括如下中的至少一个:斩波降压调节器;或电压源和电阻器。

17. 如权利要求1所述的焊接电源,其中,所述电感器和所述恒流源串联连接在所述电弧调节电路中。

18. 如权利要求17所述的焊接电源,其中,叠加电容器并联连接至所述电弧调节电路内的所述电感器和所述恒流源。

19. 如权利要求1所述的焊接电源,其中,所述电力转换电路被配置成用于:

从外部的电源接收交流电流;和

将直流电流输出到所述电弧调节电路和所述电桥电路。

20. 一种焊接电源,包括:

用于将输入电流转换成输出电流的装置;

用于切换流经操作性连接至该焊接电源的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向从而至少提供交流电焊接操作的装置;

用于在该输出电流的极性转变过程中在该焊接输出电路路径的焊条与焊接工件之间引起一个在该焊条与该工件之间的电压以便以相反的极性自动地重新建立电弧的装置,其中,用于引起电压的装置的输出端连接至用于切换输出电流的方向的装置;以及

用于至少在该输出电流的负到正的极性转变过程引起过冲电流以便有助于电弧重新点燃的装置,其中,用于引起过冲电流的装置包括电感器和被配置成用于向该电感器供应经调节的恒流的恒流源。

21. 一种焊接电源,包括:

被配置成用于提供交流电焊接输出电流的电桥电路;以及

电弧调节电路,该电弧调节电路操作性地连接至该电桥电路上并且被配置成在该焊接电源的焊接输出端处引起一个具有的量值足以在流经连接至该焊接输出端上的输出电路路径的焊接输出电流的极性反转时在该输出电路路径中自动地重新点燃电弧的电压、并且该电弧调节电路进一步被配置成至少在该输出电流的负到正的极性转变过程中引起过冲电流以便有助于电弧重新点燃;

所述电弧调节电路包括:

电感器,其配置成存储能量;以及

恒流源,其配置成向所述电感器供应经调节的恒流;并且

其中,所述电弧调节电路的输出端连接至所述电桥电路。

22. 一种焊接电源,包括:

电流开关电路,该电流开关电路具有:

至少一个电感器,

至少一个恒流源,其与该至少一个电感器串联连接并被配置成向所述至少一个电感器供应经调节的恒流,以及

至少一个叠加电容器,

其中该至少一个电感器、该至少一个恒流源以及该至少一个叠加电容器被配置成用于

跨过连接至该焊接电源的焊接输出端上的负载引起一个足以在焊接输出电流流经该负载的极性反转时跨过该负载重新点燃焊接弧的电压;并且

其中该至少一个叠加电容器并联连接至该至少一个电感器和该至少一个恒流源。

23. 如权利要求22所述的焊接电源,其中,该电流开关电路被配置成半桥式电路或全桥式电路中的一者。

24. 一种用于调节弧焊性能的方法,包括:

在焊接电源中将输入电流转换成输出电流;

使用电桥电路,根据该焊接电源的控制器的命令来使流经操作性地连接至该焊接电源的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向从第一方向切换成第二方向;

作为切换成该第二方向的一部分,使用电弧调节电路,在该焊接输出电路路径的焊条与工件之间引起一个足以在该焊条与该工件之间沿着该第二方向自动地重新点燃电弧的电压水平;并且

使用该电弧调节电路,至少在该输出电流的负到正的极性转变过程中引起过冲电流以便有助于电弧重新点燃,其中,引起所述过冲电流包括将来自所述电弧调节电路的恒流源的经调节的恒流供应给所述电弧调节电路的电感器,并且其中,所述电弧调节电路的输出端连接至所述电桥电路。

25. 如权利要求24所述的方法,进一步包括:

根据该焊接电源的控制器的命令来使流经该焊接输出电路路径的输出电流的方向从该第二方向切换成该第一方向;并且

作为切换成该第一方向的一部分,在该焊接输出电路路径的焊条与工件之间引起一个足以在该焊条与该工件之间沿着该第一方向自动地重新点燃电弧的电压水平。

26. 如权利要求24至25之一所述的方法,其中,该引起过冲电流的步骤是通过具有至少一个叠加电容器的该电弧调节电路实现的。

27. 一种焊接电源(100),包括:

电力转换电路(110),该电力转换电路被配置成用于将输入电流转换为输出电流;

控制器(130);

电桥电路(160),该电桥电路操作性地连接至所述电力转换电路(110)上并且被配置成用于根据所述控制器(130)的命令来切换流经操作性连接至该焊接电源(100)的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向;

电弧调节电路(170),该电弧调节电路操作性地连接至该电桥电路(160)并且配置成在该输出电流的极性转变过程中在所述焊接输出电路路径的焊条(E)与工件(W)之间引起一个足以重新点燃电弧的电压、并且该电弧调节电路进一步配置成至少在该输出电流的负到正的极性转变过程中引起过冲电流以便有助于重新点燃电弧;

其中,该电弧调节电路(170)包括:

电感器,其配置成存储能量;

恒流源,其配置成向所述电感器供应经调节的恒流;以及

两个开关晶体管,其配置成选择性地引起处于任一极性的高电压水平。

对交流电电弧焊接工艺提供低电流调节的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 此美国专利申请要求于2013年11月6日提交的美国临时专利申请号61/900,635以及于2014年4月4日提交的美国专利申请号14/248,410的优先权和权益、并且是于2012年9月24日提交的美国专利申请号13/625,177的部分继续申请,这些申请各自以其全部内容通过援引并入本文。

技术领域

[0003] 本发明的某些实施例涉及电弧焊接。更具体地,本发明的某些实施例涉及用于对交流电电弧焊接工艺提供低电流调节从而调节电弧焊接性能的系统和方法。

[0004] 发明背景

[0005] 某些现有技术焊接系统使用焊接电源中的电桥拓扑结构来提供交流电焊接能力。半桥式拓扑结构可以用于具有双输出电流路径的焊接电源中,该双输出电流路径被配置成共享一条共用路径,使得每个输出可以在该共享路径中引起相反极性的流。实践中,许多焊接电源是如此配置的并且可能仅需要添加第二组整流器装置来完成第二路径。在每个电源支路的非共享路径中可以放置开关,并且流经所连接的焊接输出电路路径的电流流动方向是通过该有源支路来确定的。全桥式拓扑结构可以用于几乎任何电源拓扑结构,对现有的设计出的电源增加了灵活性和潜力。全桥式拓扑结构允许容易地实施跨零辅助电路。可以使用阻流二极管来保护该电源中的这些装置免于在跨零过程中出现的高电压瞬变。对许多焊接工艺例如像交流电气体保护钨极电弧焊 (GTAW或TIG) 工艺或气体保护金属电弧焊接 (GMAW或MIG) 工艺而言,希望的是在焊接电流跨过零点时在相反极性方向上快速地重新点燃焊条与工件之间的电弧。

[0006] 焊接电源可以具有被设计来输出的最大电压水平(例如,100VDC)。当交流电焊接电流跨过零点(即,改变极性)时,可能从电源需求比该电源所可以提供的更高的电压(例如,300VDC),以保持电弧点燃并且在电弧电流低时使该电弧更稳定、并且以便重新点燃焊条与工件之间的电弧。因此,电弧可能熄灭并且不能重新建立。在TIG焊接(在没有电极丝的情况下)中,如果电弧熄灭,则焊接电源可能必须重复整个电弧建立过程,然后焊接才能继续,从而造成低效率的焊接过程。总体上,与低电流电弧焊接相关联的等离子体柱趋于不稳定并且可能导致所不期望的电弧中断。

[0007] 通过将这样的系统和方法与在本申请的其余部分中参照附图所阐述的本发明的实施例进行比较,常规的、传统的和已提出的方法的进一步的限制和缺点对于本领域的技术人员将变得清楚。

发明内容

[0008] 本发明的实施例包括用于对直流电和交流电焊接工艺提供低电流调节以调节电弧焊接性能的系统和方法,该系统和方法通过调节焊接输出电流并且提供用于在极性转变过程中产生用于重新点燃的电压以确保电弧重新点燃的装置。在焊接电流的极性转变之时

和期间在焊条与工件之间引入较高的电压水平,以便容易且可靠地以相反极性重新点燃电弧,即使来自电源的电压是有限的。支持交流电焊接、可变极性焊接(例如,任一极性的直流电焊接)、其他混合式焊接工艺。极性反转电桥电路和电弧调节电路的构型允许了对流经该焊接输出电路路径的焊接输出电流进行方向切换、同时还允许在焊接电流改变极性时对电弧进行改善的低电流调节和快速重新点燃。具有电感器和恒流源的电弧调节电路提供了在电流极性转变过程中进行快速且可靠地重新点燃电弧所需要的电压。在一些实施例中,叠加电容器可以提供额外的储存能量来辅助在极性转变的一种或两种过程中重新点燃电弧。

[0009] 本发明的一个实施例是一种焊接电源。该焊接电源包括控制器、以及被配置成用于将输入电流转换成输出电流的电力转换电路。该电力转换电路可以是基于半桥式输出拓扑结构的变压器。该电力转换电路可以包括直流电输出拓扑结构。该电力转换电路可以是例如基于逆变器的电路或者基于斩波器的电路。该焊接电源还包括电桥电路,该电桥电路操作性地连接至电力转换电路上并且被配置成用于根据控制器的命令来切换流经操作性连接至该焊接电源的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向。该电桥电路可以被配置成例如半桥式电路或全桥式电路。该电桥电路可以包括例如至少两个开关晶体管。该焊接电源进一步包括电弧调节电路,该电弧调节电路操作性地连接至该电桥电路上并且配置成在该输出电流的极性转变过程中在焊接输出电路路径的焊条与工件之间引起一个足以重新点燃电弧的电压。该电弧调节电路可以包括例如至少一个电感器和至少一个恒流源。该恒流源横跨电弧提供了例如在2-10amps的经调节恒流,从而提供低的输出电流调节。根据多个不同实施例,该至少一个电感器的值可以在大约10豪亨至100豪亨之间(例如,20豪亨)。该电力转换电路、该电桥电路、以及该电弧调节电路可以被配置成用于根据该焊接电源的控制器的命令来提供正直流电焊接操作、负直流电焊接操作、以及交流电焊接操作中的任何一者。根据替代性实施例,该电桥电路和该电弧调节电路可以位于该焊接电源之外,例如处于操作性地连接至该焊接电源上的模块的形式。

[0010] 本发明的一个实施例是一种焊接电源。该焊接电源包括用于将输入电流转换成输出电流的装置;以及用于切换流经操作性连接至该焊接电源的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向从而至少提供交流电焊接操作的装置。该焊接电源还包括用于在该输出电流的极性转变过程中在该焊接输出电路路径的焊条与焊接工件之间引起一个在该焊条与该工件之间的电压来以相反的极性自动地重新建立电弧的装置。

[0011] 本发明的一个实施例是一种方法。该方法包括在焊接电源中将输入电流转换成输出电流。该方法还包括根据该焊接电源的控制器的命令来将流经操作性地连接至该焊接电源的焊接输出端上的焊接输出电路路径的输出电流的方向从第一方向切换成第二方向。该方法进一步包括作为切换成该第二方向的一部分,在该焊接输出电路路径的焊条与工件之间引起一个足以在该焊条与该工件之间沿着该第二方向自动地重新点燃电弧的电压水平。该方法还可以包括根据该焊接电源的控制器的命令来使流经该焊接输出电路路径的输出电流的方向从该第二方向切换成该第一方向。并且作为切换成该第一方向的一部分,在该焊接输出电路路径的焊条与工件之间进一步引起一个足以在该焊条与该工件之间沿着该第一方向自动地重新点燃电弧的电压水平。这些引起电压水平的步骤可以通过具有至少一个电感器和至少一个恒流源的电弧调节电路实现。

[0012] 本发明的一个实施例是一种焊接电源。该焊接电源包括电桥电路,该电桥电路被

配置成用于提供交流电焊接输出电流。该焊接电源进一步包括电弧调节电路,该电弧调节电路操作性地连接至该电桥电路上并且被配置成在该焊接电源的焊接输出端处引起一个具有的量值足以在流经连接至该焊接输出端上的输出电路路径的焊接输出电流的极性反转时在该输出电路路径中自动地重新点燃电弧的电压。该电弧调节电路可以包括至少一个电感器和至少一个恒流源。

[0013] 本发明的一个实施例是一种焊接电源。该焊接电源包括电流开关电路,该电流开关电路具有至少一个电感器和至少一个恒流源,其中该至少一个电感器和该至少一个恒流源被配置成用于跨过连接至该焊接电源的焊接输出端上的负载引起一个足以在焊接输出电流流经该负载的极性反转时跨过该负载重新点燃焊接电路的电压。该电流开关电路可以被配置成例如半桥式电路或全桥式电路中的一者。可另外的实施例是从以下说明、权利要求、和附图中推论出的。

[0014] 将从以下说明和附图中更全面地理解本发明所展示实施例的细节。

[0015] 附图简要说明

[0016] 图1展示了操作性地连接至焊条和工件上的焊接电源的示例性实施例的示意性框图;

[0017] 图2展示了图1中的焊接电源的具有电桥电路和双极性电弧调节电路的部分的第一示例性实施例的示意图;

[0018] 图3A-3C展示了图2中的焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形时的操作;

[0019] 图4展示了图1中的焊接电源的具有电桥电路和双极性电弧调节电路的部分的第二示例性实施例的示意图;

[0020] 图5展示了图1中的焊接电源的具有电桥电路和双极性电弧调节电路的部分的第三示例性实施例的示意图;

[0021] 图6展示了图1中的焊接电源的具有电桥电路和双极性电弧调节电路的部分的第四示例性实施例的示意图;

[0022] 图7A-7B展示了图2中包括可选的叠加电容器的焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形时的操作;

[0023] 图8A-8B展示了包括叠加电容器的焊接电源的另一个实施例在实施交流电焊接输出电流波形时的操作;并且

[0024] 图9A-9C展示了包括对叠加电容器的独立放电控制的焊接电源的另一个实施例在实施交流电焊接输出电流波形时的操作;

[0025] 详细说明

[0026] 下面是对可能在本披露中使用的示例性术语的定义。所有术语的单数形式和复数形式均落入各自的含义内:

[0027] 本文中使用的“软件”或“计算机程序”包括但不限于引起计算机或其他电子设备执行功能、动作、和/或以期望方式表现的一个或多个计算机可读和/或可执行指令。这些指令可以实现为多种不同形式,如,包括单独应用程序或得自动态链接库的代码的子程序、算法、模块或程序。软件还可以实现为多种不同形式,如,独立程序、函数调用、小服务程序(servlet)、小应用程序(applet)、应用程序、储存在存储器中的指令、操作系统的一部分或其他类型的可执行指令。本领域的普通技术人员将会理解,软件的形式取决于(例如)对所

希望应用的要求、对软件的运行环境的要求和/或设计者/编程者的期望等。

[0028] 如在此所使用的“计算机”或“处理元件”或“计算机装置”包括,但不限于,可以储存、检索和处理数据的任何被编程的或可编程的电子装置。“非瞬时计算机可读介质”包括(但不限于)CD-ROM、可移除的闪存卡、硬盘驱动器、磁带以及软盘。

[0029] 如在此所使用的“焊接工具”是指,但不限于,焊枪、焊炬或者接受消耗性或非消耗性焊条以便对该焊条施加焊接电源所提供的电功率的任何焊接装置。

[0030] 如在此使用的“焊接输出电路路径”指的是如下的电气路径,所述电气路径从焊接电源的焊接输出的第一侧、通过第一焊接线缆(或焊接线缆的第一侧)、到焊条、到工件(通过焊条和工件之间的短路或电弧)、通过第二焊接线缆(或焊接线缆的第二侧)并且回到焊接电源的焊接输出的第二侧。

[0031] 如在此使用的“焊接线缆”是指如下的电气线缆,该电气线缆可以(例如通过焊丝给送器)连接在焊接电源和焊条以及工件之间,以提供电功率来在焊条和工件之间创建电弧。

[0032] 如在此使用的“焊接输出”可以是指电气输出电路或焊接电源的输出端口或端子,或者是指由电气输出电路或焊接电源的输出端口提供的电功率、电压或电流,或者是指连接到焊接电源的输出上的负载。

[0033] 如在此所使用的“计算机存储器”是指被配置来储存可以被计算机或处理元件检索的数字数据或信息的储存装置。

[0034] 如在此使用的“控制器”是指逻辑电路和/或处理元件以及涉及控制焊接电源的相关联的软件或程序。

[0035] 术语“信号”、“数据”和“信息”在此可以互换使用,并且可以呈数字或模拟形式。

[0036] 在此总体上使用了术语“交流电焊接”并且其可以是指实际交流电焊接、处于正极性和负极性两者的直流电焊接、可变极性焊接、和其他混合式焊接工艺。

[0037] 与低电流电弧焊接相关联的等离子体柱趋于不稳定并且会导致所不期望的电弧中断。此外,对于交流电焊接工艺而言,在零转变期间,电弧电流停止并且改变方向。取决于焊接点周围的电弧等离子体和气体的状态,电弧可能或可能不重新点燃。本发明的实施例包括一种低电流电弧调节电路,该低电流电弧调节电路提供具有大电感量的控制良好的电流,该电流提供高能量恒定电流源来使电弧等离子体稳定。在极性变化过程中,在相反极性增长之前,电弧电流衰减到零。在这个极性转变时间期间,来自电弧和电弧调节电路两者的电流流入高压缓冲电路中。缓冲电路施加的高电压使所有电弧能量迅速耗尽。然而,只耗尽一小部分电弧调节电路能量。当焊接电路电感能量耗尽时,焊接输出能够颠倒极性。电弧重新点燃电压由储存在电弧调节电路的电感器中的能量提供并且受到高压缓冲电路的限制。一旦重新建立起电弧,来自电弧调节电路的电流被转回电弧,并且电压骤降回至维持电弧所需的电压。

[0038] 图1展示了操作性地连接至焊条E和工件W上的焊接电源100的示例性实施例的示意性框图。焊接电源100包括在焊条E与工件W之间提供焊接输出电力的电力转换电路110。该电力转换电路110可以是基于半桥式输出拓扑结构的变压器。例如,电力转换电路110可以具有逆变器的类型、该类型包括例如由焊接变压器的主侧和次侧对应地描绘的输入功率侧和输出功率侧。也可能有其他类型的电力转换电路,例如像具有直流电输出拓扑结构的

斩波器类型。可选的送丝器5可以将可消耗焊丝焊条E向工件W馈送。替代地,如在GTAW工艺中,焊条E可以是不可消耗,并且可以不使用送丝器5,或者可以使用该送丝器来向工件W提供填充焊丝。送丝器5、可消耗焊条E、和工件W不是焊接电源100的一部分,而可以经由焊接输出电缆操作性地连接至焊接电源100。

[0039] 焊接电源100进一步包括波形发生器120和控制器130。波形发生器120根据控制器130的命令生成焊接波形。波形发生器120生成的波形对电力转换电路110的输出进行调制,从而在焊条E与工件W之间产生焊接输出电流。

[0040] 焊接电源100可以进一步包括电压反馈电路140和电流反馈电路150,用于监测焊条E与工件W之间的焊接输出电压和电流并且将所监测到的电压和电流往回提供给控制器130。控制器130可以使用反馈电压和电流来(例如)关于修改波形发生器120生成的焊接波形做出决定和/或做出影响焊接电源100的安全操作的另一项决定。

[0041] 焊接电源100还包括电流开关电路180,该电流开关电路具有电桥电路160和电弧调节电路170。电桥电路160操作性地连接至电力转换电路110并且被配置成用于根据控制器130的命令通过操作性连接至焊接电源100的焊接输出端的低阻抗焊接输出电路路径(包括焊条E和工件W)来切换输出电流的方向。电弧调节电路操作性地连接至电桥电路并且被配置成用于提供适调低值电流源来稳定低端焊接并且帮助在零周围电流极性转变(例如,通过在焊接输出电路路径的焊条E与工件W之间引起在输出电流极性转变过程中足以重新点燃电弧的电压)。本文中稍后详细描述了这种电桥和电弧调节电路的详细示例和操作。

[0042] 图2展示了图1焊接电源100的具有电桥电路160和双极性电弧调节电路170的部分的第一示例性实施例的示意图。图2中还展示了电力转换电路110的部分210,其中电力转换电路110是中心抽头式或半电桥式拓扑结构(例如,基于逆变器的电路)。图2中的电流开关电路180呈半电桥式拓扑结构形式,其中电力转换电路110提供被配置成共享共用路径的双输出电流路径,这样使得每条输出路径可以引起相反极性在共享路径中的流动。

[0043] 电桥电路160包括开关晶体管211和212。电弧调节电路170包括开关晶体管213和214、电感器215、恒流源216、二极管217-220并且可选地包括叠加电容器221。根据实施例,这些开关晶体管是绝缘栅双极型晶体管(IGBT)。然而,根据其他实施例,也可以使用其他类型的开关晶体管(例如,金属氧化物半导体场效应晶体管或MOSFET)。根据实施例,该恒流源可以是可调的(例如,在2amp与10amp之间)。具有二极管182和电容器183的有源缓冲电路181用于限制横跨电流开关电路180的电压(例如,在300V与600V之间的某个地方)以引起通过输出电流路径的输出电流快速衰减并且限制或约束电弧重新点燃电压水平。开关晶体管211和212的反向平行二极管携带缓冲电流/衰减电流。电感器的预充电(例如,通过横跨电弧调节电路170的晶体管短接)可能是期望的,这样使得电感器储存有能量并且准备好更快地执行初始电弧点燃功能(在焊接过程开始时)或电弧重新点燃功能(在跨过零点时)。

[0044] 电弧调节电路170的可选的叠加电容器221可以用于在极性切换过程中通过零位电流来提供缓和的过冲。电容器221可以在电桥死区时间期间储存来自电弧调节电路的电感器的能量。当以相反极性重新建立电弧时可以释放能量,从而除了恒流源和电感器提供的电流以外还提供额外升压或过冲。在图2中,电容器直接跨接电流源216和电感器215。该电感器在死区时间期间对该电容器充电,并且该电容器在电桥电路160往回接通时向负载释放能量。这个循环在每次极性变化时发生。电容器221的顶部可以连接至二极管217的阴

极而不是连接至电感器215,从而仍允许在两个半循环上充电、但是只在负到正转变时释放能量,因此使每个充电循环所需的死区时间最小化同时使储存的能量最大化。

[0045] 如本文中关于图3A至图3C所描述的,在没有可选的叠加电容器221的情况下,图2中的电流开关电路180提供用于交流电焊接操作并且在焊接电源的焊接输出端处引起一个具有的量值足以在焊接过程的极性反转过程中在焊条E与工件W之间重新建立焊接电弧的电压。示出了焊接输出端子191和192并且其表示焊接电源的焊接输出端,焊条E与工件W可以通过焊接电缆路径连接至该焊接输出端。

[0046] 根据实施例,电感器215具有在大约10毫亨与100毫亨之间的电感值(一般比焊接输出电路路径的总电感大得多)并且恒流源216提供在2amp至10amp范围内的恒定电流。恒流源216可以是若干种不同类型中的任何类型,包括(例如)斩波降压调节器或简单的电压源和电阻器。电感器的大小被确定为提供相对稳定的电流,同时在焊条与工件之间引起在电弧由于输出电流切换方向(极性反转/切换)而熄灭之后足以快速且可靠地立即重新点燃电弧的大电压。在电流跨过零点(极性反转/切换)过程中,电弧在电流达到零时熄灭,并且来自电弧调节电路170的电感器215的能量引起的高电压(例如,200VDC至400VDC)用于以相反极性重新建立电弧。电感器215保持电流流动并且引起高达缓冲电路181设定的极限的高电压(例如,400VDC)。电感器215能够引起如开关晶体管213和214结合开关晶体管211和212确定的处于任一极性的高电压水平(即,当从任一方向跨过零电流点时)。

[0047] 根据实施例,电弧调节电路中的这些开关晶体管和二极管仅携带本底电流(例如,小于2-10amp),并且电桥电路的开关晶体管被共享以完成电弧调节电路的全电桥路径。电弧调节电路中的二极管阻挡电源电流和电弧调节电路的管脚形成的无意识续电流路径两者。电弧调节电路中的开关晶体管可以用于形成简单的升压供应,该升压供应可以用于对缓冲电路的电容器预充电(其中电桥电路关断)。类似地,电弧调节电路中的开关晶体管可以用于对电弧调节电路的电感器预充电。根据实施例,100毫亨电感器可以在大约20毫秒内被充电到10amp(假设电弧电压与电流源的电压供应之间的差异为50V)。因此,在没有任何附加装置的情况下,在直流电下开始并且稳定GTAW过程(或任何其他过程)的时间应不只是足以对电弧调节电路的电感器预充电。

[0048] 图3A-3C展示了在没有可选的叠加电容器221的情况下,图2中的焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形(例如,被表示为简单的方波形)时的操作。图3A至图3C中所示的负载230表示焊条E和工件W以及将焊条E和工件W连接至焊接电源上的电焊电缆路径(即,焊接输出电路路径)之间的电阻和电感。然而,焊条E、工件W和电焊电缆路径不是焊接电源的一部分。

[0049] 参照图3A的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形300的正电流部分(见波形300的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、并且流经共用路径回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流经二极管217、流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、流经二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到恒流源216(见较细箭头)。

[0050] 参照图3A的底部部分,在交流波形300的正电流衰减部分(见波形300的黑色加粗线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电力转换

电路210 (以续流方式)、流经有源缓冲电路181、流经电桥电路160的开关晶体管212的反向平行二极管、并且回到负载230 (朝正方向, 见粗箭头), 直至电流完全衰减。并且, 电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215 (将能量储存在电感器中)、流经二极管217、流经缓冲电路181、流经电弧调节电路170的二极管220、并且回到恒流源216 (见较细箭头)。甚至当通过负载230的电流完全衰减时, 来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动。

[0051] 在电流衰减过程中, 电桥电路160改变极性。然而, 只要电弧电流仍然是正的, 电感器215就通过缓冲电路181产生的高压路径来泄放。电弧调节电路170向缓冲电路181内提供2-10amp。随着通过负载的电流朝零下降, 电弧熄灭并且电弧调节电路横跨负载施加高电压从而以相反极性重新点燃电弧。

[0052] 参照图3B, 在交流波形300的极性转变部分 (见波形300的黑色加粗线) 期间, 电力转换电路210没有提供巨大的电流。焊条E与工件W之间的电弧短时间熄灭。然而, 储存在电感器215中的能量在焊条E与工件W之间引起电弧点燃电压。来自电力转换电路的电流可以再次开始朝着相反方向流动通过负载。电弧电流快速重新建立并且焊接输出电流的任何下冲或过冲受到电感器215控制。在没有电弧调节电路的情况下, 电力转换电路将尝试重新建立电弧。然而, 由于电力转换电路提供的电压一般受到限制 (例如, 限制到100VDC), 因此可能不发生重新建立电弧。当来自电弧调节电路170的电感器215的能量被释放时, 电流从电感器215流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230 (朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经二极管220、流经恒流源216、并且回到电感器215 (见箭头)。因此, 焊条E与工件W之间的电弧朝负方向快速重新点燃并且稳定至足够低的电压水平以便电源提供电流。

[0053] 参照图3C的顶部部分, 在焊接电源产生的交流波形300的负电流部分 (见波形300的黑色加粗线) 期间, 电流主要从电力转换电路210流经负载230 (朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、并且回到电力转换电路210 (见粗箭头)。并且, 电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215 (将能量储存在电感器中)、流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230 (朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经电弧调节电路170的二极管220、并且回到恒流源216 (见较细箭头)。

[0054] 参照图3C的底部部分, 在交流波形300的负电流衰减部分 (见波形300的黑色加粗线) 期间, 负载230有效地充当电源, 从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电桥电路160的开关晶体管211的反向平行二极管、流经有源缓冲电路181、流经电力转换电路210 (以续流方式)、并且回到负载230 (见粗箭头)。并且, 电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215 (将能量储存在电感器中)、流经二极管217、流经缓冲电路181、流经电弧调节电路170的二极管220、并且回到恒流源216 (见较细箭头)。甚至当通过负载230的电流完全衰减时, 来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动。

[0055] 当转变回到波形300的正部分 (即, 波形是重复的) 时, 以与图3B的方式类似的方式, 电感器215将经由二极管217、开关晶体管211、二极管219、开关晶体管214、和恒流源216释放其储存的能量通过负载 (但朝正方向), 从而引起焊条E于工件W之间的电弧朝正方向快速重新点燃。电弧调节电路170不断地将适调的低电流值添加到电源提供的焊接输出电流以便当电力转换电路提供的电流向零减小时稳定电弧, 并且以相反极性立即重新点燃电

弧。

[0056] 图4展示了图1中的焊接电源100的具有电桥电路160和双极性电弧调节电路170的部分的第二示例性实施例的示意图。图4中还展示了电力转换电路110的部分210,其中电力转换电路110是中心抽头式或半电桥式拓扑结构(例如,基于逆变器的电路)。图4中的电流开关电路180呈半电桥式拓扑结构形式,其中电力转换电路110提供被配置成共享共用路径的双输出电流路径,这样使得每条输出路径可以引起相反极性在共享路径中的流动。图4中的焊接电源的操作与图2中的操作类似。然而,图4提供了具有四个开关晶体管的全电弧调节电路170,从而产生略微更成熟的实现方式,该实现方式可以提供较图2中的配置经改进的低电流调节和电弧点燃性能。

[0057] 电桥电路160包括开关晶体管411和412。电弧调节电路170包括开关晶体管413、414、415和416、电感器417、恒流源418、二极管419和可选地预充电开关晶体管420。根据实施例,这些开关晶体管是绝缘栅双极型晶体管(IGBT)。然而,根据其他实施例,也可以使用其他类型的开关晶体管(例如,金属氧化物半导体场效应晶体管或MOSFET)。具有二极管482和电容器483的有源缓冲电路481用于限制横跨电流开关电路180的电压(例如,在300V与600V之间的某个地方)以引起通过输出电流路径的输出电流快速衰减并且约束或限制电弧重新点燃电压水平。开关晶体管411和412的反向平行二极管携带缓冲电流/衰减电流。电弧调节电路170中的可选的预充电开关晶体管420可以用于用能量对电感器417预充电。当预充电开关晶体管420是接通的时,来自电感器417的电流流动通过预充电晶体管420。作为替代选项,电感器的预充电可以通过横跨电弧调节电路170的晶体管(例如,413和414、或415和416)进行短接来实现。电感器的预充电可能是期望的,这样使得电感器储存有能量并且准备好更快速地执行初始电弧点燃功能(在焊接过程开始时)或电弧重新点燃功能(在跨过零点时)。

[0058] 图4中的电流开关电路180提供用于交流电焊接操作并且在焊接电源的焊接输出端引起具有足以在焊接过程的极性反转过程中在焊条E与工件W之间重新建立焊接电弧的量值的电压。示出了焊接输出端子191和192并且其表示焊接电源的焊接输出端,焊条E与工件W可以通过焊接电缆路径连接至该焊接输出端。

[0059] 根据实施例,电感器417具有在大约10毫亨与100毫亨之间的电感值并且恒流源418提供在2amp至10amp范围内的恒定电流。恒流源418可以是若干种不同类型中的任何类型,包括(例如)斩波降压调节器或简单的电压源和电阻器。电感器的大小被确定为提供相对稳定的电流,同时在焊条与工件之间引起在电弧由于输出电流切换方向(极性反转/切换)而熄灭之后足以快速且可靠地立即重新点燃电弧的大电压。

[0060] 在电流跨过零点(极性反转/切换)过程中,电弧熄灭,并且来自电弧调节电路170的电感器417的能量引起的高电压用于以相反极性重新建立电弧。电感器417保持电流流动并且引起高达缓冲电路481设定的极限的高电压(例如,400VDC)。电感器417以如开关晶体管的状态(即,当从任一方向与零位电流点交叉时)所确定的任一极性引起高电压水平。

[0061] 图5展示了图1中的焊接电源100的具有电桥电路160和双极性电弧调节电路170的部分的第三示例性实施例的示意图。图5中还展示了电力转换电路110的部分210,其中电力转换电路110是中心抽头式或半电桥式拓扑结构(例如,基于逆变器的电路)。图5中的电流开关电路180呈半电桥式拓扑结构形式,其中电力转换电路110提供被配置成共享共用路径

的双输出电流路径,这样使得每条输出路径可以引起相反极性在共享路径中的流动。图5中的焊接电源的操作与图2中的操作类似。然而,图5提供了双电弧调节电路170,该双电弧调节电路具有两个相联的电感器和两个恒流源,从而产生略微更复杂的实现方式,该实现方式可以提供较图2中的配置经改进的低电流调节和电弧调节性能。

[0062] 电桥电路160包括开关晶体管511和512。电弧调节电路170包括相联的电感器513和514、恒流源515和516、二极管517和519、以及可选地预充电开关晶体管518。根据实施例,这些开关晶体管是绝缘栅双极型晶体管(IGBT)。然而,根据其他实施例,也可以使用其他类型的开关晶体管(例如,金属氧化物半导体场效应晶体管或MOSFET)。具有二极管582和电容器583的有源缓冲电路581用于限制横跨电流开关电路180的电压(例如,在300V与600V之间的某个地方)以引起通过输出电流路径的输出电流快速衰减并且限制或约束电弧重新点燃电压水平。开关晶体管511和512的反向平行二极管携带缓冲电流/衰减电流。电弧调节电路170中的可选的预充电开关晶体管518可以用于用能量对电感器513和514预充电。当预充电开关晶体管518是接通的时,来自电感器的电流流动通过预充电晶体管。作为替代方案,预充电可以通过横跨开关晶体管短接来执行。这些电感器的预充电可能是期望的,这样使得电感器储存有能量并且准备好更快速地执行初始电弧点燃功能(在焊接过程开始时)或电弧重新点燃功能(在跨过零点)。

[0063] 图5中的电流开关电路180提供用于交流电焊接操作并且在焊接电源的焊接输出端引起一个具有的量值足以在焊接过程的极性反转过程中在焊条E与工件W之间重新建立焊接电弧的电压。示出了焊接输出端子191和192并且其表示焊接电源的焊接输出端,焊条E与工件W可以通过焊接电缆路径连接至该焊接输出端。

[0064] 根据实施例,电感器513和514各自具有在大约10毫亨与100毫亨之间的电感值并且恒流源515和516各自提供在2amp至10amp范围内的恒定电流。恒流源515和516可以是若干种不同类型中的任何类型,包括(例如)斩波降压调节器或简单的电压源和电阻器。这些电感器的大小被确定为在焊条与工件之间引起在电弧由于输出电流切换方向(极性反转/切换)而熄灭之后足以快速且可靠地立即重新点燃电弧的大电压。

[0065] 在电流跨过零点(极性反转/切换)过程中,电弧熄灭,并且来自电弧调节电路170的对应电感器的能量引起的高电压用于以相反极性重新建立电弧。这些电感器保持电流流动并且引起高达缓冲电路581设定的极限的高电压(例如,400VDC)。这些电感器以如开关晶体管的状态(即,当从任一方向与零位电流点交叉时)所确定的任一极性引起高电压水平。

[0066] 图6展示了图1中的焊接电源100的具有电桥电路160和双极性电弧调节电路170的部分的第四示例性实施例的示意图。图6中还展示了电力转换电路110的部分610,其中,电力转换电路110提供直流电+输出(例如,基于斩波器的电路)。图6中的电流开关电路180呈全电桥式拓扑结构形式,该拓扑结构可以与几乎任何电源拓扑结构一起使用,从而提供有待添加到现有设计的电源上的灵活性和潜力。图6提供了共享H型电桥开关拓扑结构,从而产生略微更成熟的实现方式,该实现方式可以提供较图2中的配置经改进的低电流调节和电弧重新点燃性能。

[0067] 电桥电路160包括开关晶体管611、612、613、和614。以形成完整的H电桥式构型。电弧调节电路170包括电感器615、恒流源616、二极管617和可选地预充电开关晶体管618。根据实施例,这些开关晶体管是绝缘栅双极型晶体管(IGBT)。然而,根据其他实施例,也可以

使用其他类型的开关晶体管(例如,金属氧化物半导体场效应晶体管或MOSFET)。具有二极管682和电容器683的有源缓冲电路681用于限制横跨电流开关电路180的电压(例如,在300V与600V之间的某个地方)以引起通过输出电流路径的输出电流快速衰减并且限制或约束电弧重新点燃电压。开关晶体管611-614的反向平行二极管携带缓冲电流/衰减电流。电弧调节电路170的可选的预充电开关晶体管618可以用于用能量对电感器615预充电。当预充电开关晶体管618是接通的时,来自电感器的电流流动通过预充电晶体管。再次,作为替代方案,预充电可以通过横跨开关晶体管短接来执行。电感器的预充电可能是期望的,这样使得电感器储存有能量并且准备好更快速地执行初始电弧点燃功能(在焊接过程开始时)或电弧重新点燃功能(在跨过零点时)。

[0068] 图6中的电流开关电路180提供用于交流电焊接操作并且在焊接电源的焊接输出端引起具有足以在焊接过程的极性反转过程中在焊条E与工件W之间重新建立焊接电弧的量值的电压。示出了焊接输出端子191和192并且其表示焊接电源的焊接输出端,焊条E与工件W可以通过焊接电缆路径连接至该焊接输出端。

[0069] 根据实施例,电感器615具有在大约10毫亨与100毫亨之间的电感值并且恒流源616提供在2amp至10amp范围内的恒定电流。恒流源616可以是若干种不同类型中的任何类型,包括(例如)斩波降压调节器或简单的电压源和电阻器。电感器的大小被确定为提供相对稳定的电流,同时在焊条与工件之间引起在电弧由于输出电流切换方向(极性反转/切换)而熄灭之后足以快速且可靠地立即重新点燃电弧的大电压。

[0070] 在电流跨过零点(极性反转/切换)过程中,电弧熄灭,并且来自电弧调节电路170的电感器的能量引起的高电压用于以相反极性重新建立电弧。电感器保持电流流动并且引起高达缓冲电路681设定的极限的高电压(例如,400VDC)。电感器以如开关晶体管的状态(即,当从任一方向与零位电流点交叉时)所确定的任一极性引起高电压水平。

[0071] 根据一些实施例,该电弧调节电路储存能量并且释放所储存的能量作为额外电涌,以促进电弧的重新点燃。该额外电涌可以在两个方向上的极性转变中提供、或者可以局限于极性转变的仅一个方向,例如典型地更难以建立的负到正的转变。在图7-9中,与图2-3中共有的这些部件在以下讨论中是由相同的参考号识别的、但是在一些情况下从图7-9中省略以维持附图清楚。

[0072] 图7A-7B展示了在包括使用可选的叠加电容器721的情况下,图2中的焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形(例如,被表示为简单的方波形)时的操作。包括如图7A-7B所描述的叠加电容器721的电弧调节电路170在极性之间的死区时间期间对叠加电容器充电、并且在电桥电路160以任一极性返回接通时向负载释放能量。展示了在焊接电源的操作过程中的输出电流700和电容器电压710,如以下所描述的。

[0073] 图7A-7B中所示的负载230表示焊条E和工件W以及将焊条E和工件W连接至焊接电源上的电焊电缆路径(即,焊接输出电路路径)之间的电阻和电感。然而,焊条E、工件W和电焊电缆路径不是焊接电源的一部分。

[0074] 参照图7A的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形700的正电流部分(见波形700的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、并且流经共用路径回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流

经二极管217、流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、流经二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到恒流源216(见较细箭头)。此外,叠加电容器721放电以提供另外的电流流经二极管217、流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载(朝正方向)、流经二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到叠加电容器721(见虚线箭头)。叠加电容器721的放电在输出电流转变成正方向时在输出电流中提供初始电涌来建立或重新建立电弧。该电容器已经在脉冲之前的死区时间被充电。在重新建立的过程中,210的正整流器被电容器中储存的电压反向偏压。因此,电流从该电容器流向电弧并且其余的能量储存在低电流本底电路电感器215中。该叠加电容器提供了图7A中以波形图描绘的初始电涌(仅被电弧电阻限制)。一旦该电容器电压衰减到低于电源210的最大输出电压,则正整流器再一次正向偏压并且该电源可以再一次供应电弧电流。

[0075] 参照图7A的底部部分,在交流波形700的正电流衰减部分(见波形700的黑色加粗线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电力转换电路210(以续流方式)、流经有源缓冲电路181、流经电桥电路160的开关晶体管212的反向平行二极管、并且回到负载230(朝正方向,见粗箭头),直至电流完全衰减。并且,由电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经叠加电容器721(将该电容器充电)、并且返回至恒流源216(参见虚线箭头)。能量已经存储在电感器215中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电(一直衰减直到它停止对该电容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器721充电。可以调整该极性改变期间的死区时间以便对该叠加电容器提供希望的充电。

[0076] 在电流衰减过程中,电桥电路160改变极性。随着通过负载的电流朝零下降,电弧熄灭并且具有该叠加电容器的电弧调节电路横跨负载施加高电压从而以相反极性重新点燃电弧。

[0077] 参照图7B的顶部分,在交流波形700的极性转变部分(见波形700的黑色加粗线)期间,电力转换电路210没有提供巨大的电流。焊条E与工件W之间的电弧短时间熄灭。然而,储存在电感器215中的能量和储存在叠加电容器721中的能量相组合来在焊条E与工件W之间引起电弧点燃的电压。一旦发生重新点燃,储存在该叠加电容器中的能量就被施加到该电弧以产生低阻抗等离子体。一旦电弧电压下降到低于电源210的最大输出电压,则该负整流器同样正向偏置、并且该电源可以再一次供应电弧电流。来自电力转换电路的电流可以再次开始朝着相反方向流动通过负载。在没有电弧调节电路的情况下,电力转换电路将尝试重新建立电弧。然而,由于电力转换电路提供的电压一般受到限制(例如,限制到100VDC),因此可能不发生重新建立电弧。当来自电弧调节电路170的电感器215和叠加电容器721的能量被释放时,电流从电感器215和叠加电容器721流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经二极管220、返回至电容器721并且流经恒流源216回到电感器215(见箭头)。叠加电容器721的放电在输出电流转变成负方向时在输出电流中提供初始电涌来建立或重新建立电弧。因此,焊条E与工件W之间的电弧朝负方向快速重新点燃并且稳定至足够低的电压以便电源提供电流。

[0078] 仍参照图7B的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形700的负电流部分(见波形700的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经通过负载230(朝负方向)、流经

电桥电路160的开关晶体管212、并且回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经电弧调节器电路170的二极管220、并且回到恒流源216(见较细箭头)。此外,叠加电容器721放电以提供额外的电流流经开关晶体管213、通过二极管218、流经负载230(在负方向上)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经电弧调节器电路170的二极管220、并且返回至叠加电容器721(参见虚线箭头),并且在半波的起始部分期间发生直至该电容器中的能量耗尽(放完)。

[0079] 参见图7B的底部分,在交流波形700的正电流衰减部分(见波形700的黑色加粗线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电桥电路160的开关晶体管211的反向平行二极管、流经有源缓冲电路181、流经电力转换电路210(以续流方式)、并且回到负载230(见粗箭头)。并且,由电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经叠加电容器721(将该电容器充电)、返回至恒流源216(参见虚线箭头)。能量已经存储在电感器215中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电(一直衰减直到它停止对该电容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器721充电。可以调整极性改变期间的死区时间以提供对该叠加电容器的足量充电。

[0080] 当转变回到波形700的正部分(即,波形是重复的)时,如以上关于图7A所描述的,电感器215和叠加电容器721都将经由二极管217、开关晶体管211、二极管219、开关晶体管214、和恒流源216释放其储存的能量通过负载(但朝正方向),从而引起焊条E于工件W之间的电弧朝正方向快速重新点燃。电弧调节器电路170不断地将适调的低电流值添加到电源提供的焊接输出电流以便当电力转换电路提供的电流向零减小时稳定电弧,并且在规定的死区时间之后通过释放该电感器和该叠加电容器两者中储存的能量以相反极性立即重新点燃电弧。

[0081] 图8A-8B展示了在包括使用连接至二极管217的阴极上的可选的叠加电容器821的情况下,焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形(例如,被表示为简单的方波形)时的另一个实施例的操作。包括如图8A-8B所描述的叠加电容器821的电弧调节器电路170在极性之间的死区时间期间对叠加电容器充电、并且在传统地最难以重新建立的负到正转变期间向负载释放能量。每循环充电两次并且放电一次可以减小每循环对该叠加电容器充电所需要的死区时间、同时增大可用来在负到正的转变过程中重新点燃电弧的储存能量。展示了在焊接电源的操作过程中的输出电流800和电容器电压810,如以下所描述的。

[0082] 图8A-8B中所示的负载230表示焊条E和工件W以及将焊条E和工件W连接至焊接电源上的电焊电缆路径(即,焊接输出电路路径)之间的电阻和电感。然而,焊条E、工件W和电焊电缆路径不是焊接电源的一部分。

[0083] 参照图8A的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形800的正电流部分(见波形800的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、并且流经共用路径回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流经二极管217、流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、流经二极管

219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到恒流源216 (见较细箭头)。此外,叠加电容器821放电以提供另外的电流通向正母线、通过电桥电路160的开关晶体管211、通过负载(朝正方向)、通过二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214,并且回到叠加电容器821 (见虚线箭头)。叠加电容器821的放电在输出电流转变成正方向时在输出电流800中提供初始电涌来建立或重新建立电弧。该电容器已经在脉冲之前的死区时间被充电。在重新建立的过程中,210的正整流器被电容器中储存的电压反向偏压。因此,电流从该电容器流向电弧并且其余的能量储存在低电流本底电路电感器215中。该叠加电容器提供了图8A中以波形图描绘的初始电涌 (仅被电弧电阻限制)。一旦该电容器电压衰减到低于电源210的最大输出电压,则正整流器再一次正向偏压并且该电源可以再一次供应电弧电流。

[0084] 参照图8A的底部部分,在交流波形800的正电流衰减部分 (见波形800的黑色加粗线) 期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电力转换电路210 (以续流方式)、流经有源缓冲电路181、流经电桥电路160的开关晶体管212的反向平行二极管、并且回到负载230 (朝正方向,见粗箭头),直至电流完全衰减。并且,由电弧调节电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经二极管217、流经叠加电容器821 (将该电容器充电)、并且返回至恒流源216 (参见虚线箭头)。能量已经存储在电感器215中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电 (一直衰减直到它停止对该电容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器821充电。可以调整该极性改变期间的死区时间以便对该叠加电容器提供希望的充电。

[0085] 在电流衰减过程中,电桥电路160改变极性。随着流经负载的电流朝零下降,电弧熄灭并且电弧调节电路的电感器横跨负载施加高电压从而以相反极性重新点燃电弧。

[0086] 参照图8B的顶部分,在交流波形800的极性转变部分 (见波形800的黑色加粗线) 期间,电力转换电路210没有提供巨大的电流。焊条E与工件W之间的电弧短时间熄灭。然而,储存在电感器215中的能量在焊条E与工件W之间引起电弧点燃电压。来自电力转换电路的电流可以再次开始朝着相反方向流动通过负载。电弧处的下冲被电感器限制。过冲不是由电感器限制的,因为不是所有的电弧电流都流经该电感器。在没有电弧调节电路的情况下,电力转换电路将尝试重新建立电弧。然而,由于电力转换电路提供的电压一般受到限制 (例如,限制到100VDC),因此可能不发生重新建立电弧。当来自电弧调节电路170的电感器215的能量被释放时,电流从电感器215流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230 (朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经二极管220、流经恒流源216、并且回到电感器215 (见箭头)。因此,焊条E与工件W之间的电弧朝负方向快速重新点燃并且稳定至足够低的电压以便电源提供电流。连接至二极管217的阴极上的叠加电容器821在输出电流转变成负方向以建立或重新建立电弧时没有放电,从而允许叠加电容器821保持极性转变过程中死区时间期间储存的能量。

[0087] 仍参照图8B的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形800的负电流部分 (见波形800的黑色加粗线) 期间,电流主要从电力转换电路210流动通过负载230 (朝负方向)、通过电桥电路160的开关晶体管212,并且回到电力转换电路210 (见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215 (将能量储存在电感器中)、流经开关晶

体管213、流经二极管218、流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经电弧调节电路170的二极管220、并且回到恒流源216(见较细箭头)。叠加电容器821在交流波形800的负电流部分期间没有放电并且保持如图由电容器电压波形810展示的储存的能量。

[0088] 参见图8B的底部分,在交流波形800的正电流衰减部分(见波形800的黑色加粗线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电桥电路160的开关晶体管211的反向平行二极管、流经有源缓冲电路181、流经电力转换电路210(以续流方式)、并且回到负载230(见粗箭头)。并且,由电弧调节电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经二极管217、流经叠加电容器821(将该电容器充电)、返回至恒流源216(参见较细箭头)。能量已经存储在电感器中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电(一直衰减直到它停止对该电容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器821充电。可以调整极性改变期间的死区时间以提供对该叠加电容器的足量充电。

[0089] 当转变回到波形800的正部分(即,波形是重复的)时,如以上关于图8A所描述的,电感器215和叠加电容器821将释放其储存的能量通过负载(但朝正方向),从而引起焊条E与工件W之间的电弧朝正方向快速重新点燃。电弧调节电路170不断地将适调的低电流值添加到电源提供的焊接输出电流以便当电力转换电路提供的电流向零减小时稳定电弧,并且以相反极性立即重新点燃电弧。

[0090] 图9A-9C展示了焊接电源在实施交流电焊接输出电流波形(例如,被表示为简单的方波形)时的另一个实施例的操作,该焊接电源被配置成通过开关晶体管922对叠加电容器921进行独立放电控制。包括如图9A-9C所描述的叠加电容器921的电弧调节电路170在极性之间的预先限定的死区时间期间对该叠加电容器充电、并且在传统地最难以重新建立的负到正的转变期间向负载释放能量。每循环充电两次并且放电一次可以减小每循环对该叠加电容器充电所需要的死区时间、同时增大可用来在负到正转变过程中重新点燃电弧的储存能量。接通独立放电控制开关晶体管922以便在负到正转变过程中将叠加电容器921放电并且通过如图8A-8B所示的电容器821来消除无意的空转路径。展示了在焊接电源的操作过程中的输出电流900和电容器电压910,如以下所描述的。

[0091] 图9A-9C中所示的负载230表示焊条E和工件W以及将焊条E和工件W连接至焊接电源上的电焊电缆路径(即,焊接输出电路路径)之间的电阻和电感。然而,焊条E、工件W和电焊电缆路径不是焊接电源的一部分。

[0092] 参照图9A的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形900的正电流部分(见波形900的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、并且流经共用路径回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流经二极管217、流经电桥电路160的开关晶体管211、流经负载230(朝正方向)、流经二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到恒流源216(见较细箭头)。独立放电控制开关晶体管922防止了叠加电容器921在正电流部分期间放电并且叠加电容器921充电至电容器电压波形910中所展示的电弧电压。

[0093] 参照图9A的底部部分,在交流波形900的正电流衰减部分(见波形900的黑色加粗

线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电力转换电路210(以续流方式)、流经有源缓冲电路181、流经电桥电路160的开关晶体管212的反向平行二极管、并且回到负载230(朝正方向,见粗箭头),直至电流完全衰减。并且,由电弧调节电流170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经二极管923、流经叠加电容器921(将该电容器充电)、并且返回至恒流源216(参见较细箭头)。能量已经存储在电感器中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电(一直衰减直到它停止对该电容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器921充电。可以调整该极性改变期间的死区时间以便对该叠加电容器提供希望的充电。

[0094] 在电流衰减过程中,电桥电路160改变极性。随着通过负载的电流朝零下降,电弧熄灭并且电弧调节电路横跨负载施加高电压从而以相反极性重新点燃电弧。

[0095] 参照图9B的顶部分,在交流波形900的极性转变部分(见波形900的黑色加粗线)期间,电力转换电路210没有提供巨大的电流。焊条E与工件W之间的电弧短时间熄灭。然而,储存在电感器215中的能量在焊条E与工件W之间引起电弧点燃电压。来自电力转换电路的电流可以再次开始朝着相反方向流动通过负载。该电弧处的负脉冲信号由电感器限制。过冲不是由电感器限制的,因为不是所有的电弧电流都流经该电感器。在没有电弧调节电路的情况下,电力转换电路将尝试重新建立电弧。然而,由于电力转换电路提供的电压一般受到限制(例如,限制到100VDC),因此可能不发生重新建立电弧。当来自电弧调节电路170的电感器215的能量被释放时,电流从电感器215流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经二极管220、流经恒流源216、并且回到电感器215(见箭头)。因此,焊条E与工件W之间的电弧朝负方向快速重新点燃并且稳定至足够低的电压以便电源提供电流。独立放电控制开关晶体管922防止了叠加电容器921在输出电流转变至负方向时放电,从而允许叠加电容器921保持先前极性转变和波形900的正电流部分过程中死区时间期间储存的能量。

[0096] 仍参照图9B的顶部部分,在焊接电源产生的交流波形900的负电流部分(见波形900的黑色加粗线)期间,电流主要从电力转换电路210流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、并且回到电力转换电路210(见粗箭头)。并且,电弧调节器电路170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215(将能量储存在电感器中)、流经开关晶体管213、流经二极管218、流经负载230(朝负方向)、流经电桥电路160的开关晶体管212、流经电弧调节电路170的二极管220、并且回到恒流源216(见较细箭头)。叠加电容器921在交流波形900的负电流部分期间没有放电并且保持如图由电容器电压波形910展示的储存的能量。

[0097] 参见图9B的底部分,在交流波形900的正电流衰减部分(见波形900的黑色加粗线)期间,负载230有效地充当电源,从而尽力保持电流流动。电流从负载230流经电桥电路160的开关晶体管211的反向平行二极管、流经有源缓冲电路181、流经电力转换电路210(以续流方式)、并且回到负载230(见粗箭头)。并且,由电弧调节电流170提供的低调节电流从恒流源216流经电感器215、流经二极管923、流经叠加电容器921(将该电容器充电)、返回至恒流源216(参见较细箭头)。能量已经存储在电感器中。一旦该叠加电容器电压超过该电流源的最大供应电压,则该电感器中的能量继续对该电容器充电(一直衰减直到它停止对该电

容器供以能量)。甚至当流经负载230的电流完全衰减时,来自电弧调节器电路170的电流如所描述那样保持流动以便在该极性改变的死区时间期间对叠加电容器921充电。可以调整极性改变期间的死区时间以提供对该叠加电容器的适当充电。

[0098] 参见图9C,当转变回到波形900的正部分(即,波形是重复的)时,电感器215将释放其储存的能量通过负载(但朝正方向),从而引起焊条E于工件W之间的电弧朝正方向快速重新点燃,如以上关于图9A所描述的。此外,叠加电容器921流经开关晶体管922、流经负载230(朝正方向)、流经二极管219和电弧调节电路170的开关晶体管214、并且回到叠加电容器921(见虚线箭头)放电。叠加电容器921提供另外的能量电涌以辅助沿正方形建立或重新建立电弧。一旦建立电弧,开关晶体管922就被关掉以使叠加电容器921的放电中断并且该过程如以上所描述的重复。以此方式,电弧调节电路170不断地将适调的低电流值添加到电源提供的焊接输出电流以便当电力转换电路提供的电流向零减小时稳定电弧,并且以相反极性立即重新点燃电弧。

[0099] 总之,披露了用于对交流电电弧焊接工艺提供低电流调节从而调节弧焊性能的系统和方法。在电弧焊接电源的实施例中,电桥和电弧调节电路的构型允许对流经该焊接输出电路路径的焊接输出电流进行方向切换、并且在该焊接输出电流路径的焊条与工件之间引起一个足以在该输出电流的极性转变过程中重新点燃电弧的电压。该电弧调节电路提供了用于储存处于两种极性的能量的高电感电平,该高电感电平在该输出电流的跨过零点过程中引起了重新点燃电弧的电压水平、并且对电弧电流提供了低的末端稳定作用。

[0100] 在所附权利要求书中,术语“包括(including)”和“具有(having)”被用作术语“包括(comprising)”的简明语言对等语;术语“其中(in which)”与“其中(wherein)”等效。而且,在所附权利要求书中,术语“第一”、“第二”、“第三”、“上部”、“下部”、“底部”、“顶部”等等仅被用作标记,而并不旨在对其物体强加数字或位置要求。进一步地,所附权利要求书的限制没有以装置加功能的格式被写入并且并不旨在基于35U.S.C. §112第六段来解释,除非直至这种权利要求限制在没有进一步结构的功能阐述之后明确使用短语“用于...的装置”。如本文中所使用的,以单数引用的并且用词语“一个”或“一种”继续引用的元件或步骤应被理解成为不排除所述元件或步骤的复数,除非明确阐明这种排除。此外,对本方面的“一个实施例”的引用旨在被解释为排除存在也结合了所引用的特征的附加实施例。而且,除非明确相反阐明,实施例“包括(comprising)”、“包括(including)”或“具有(having)”拥有特别特性的一个元件或多个元件的实施例可以包括没有那种特性的另外的这种元件。而且,某些实施例可以被显示为具有相同或类似元件,然而,这仅仅是出于说明目的,并且这种实施例不一定需要具有相同元件,除非权利要求书中规定。

[0101] 如本文中使用的,术语“可以”和“可以是”指示一组情况内同时发生的可能性;拥有指定特性、特征或功能;和/或通过表达与被限定的动词相关联的能力、性能或可能性中的一项或多项来限定另一个动词。相应地,“可以”和“可以是”的使用指示经修改的术语明显合适、能够、或适合于所指示的性能、功能或使用,同时在一些情况下将经修改的术语可能有时不合适、不能够、或不适合考虑在内。例如,在一些情况下,可以预期事件或才能,而在其他情况下,不能发生事件或才能-术语“可以”和“可以是”充分体现了这种不同。

[0102] 所写的本说明书使用示例来披露本发明,包括最佳模式,并且还能够使本领域的普通技术人员实践本发明,包括制造和使用任何设备或系统、和执行任何结合的方法。本发

明的可取得专利权的范围由权利要求书限定,并且可以包括本领域的普通技术人员想到的其他示例。如果这种其他示例具有与权利要求书中的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求书的中的字面语言无实质不同的等效结构元件,则它们预期在权利要求书范围内。

[0103] 虽然已经参照某些实施例描述了本申请的所要求保护的主体,但本领域的普通技术人员将理解的是,在不脱离所要求保护的主体范围的情况下可以做出各种改变并且可以代替等效物。此外,可以进行许多修改以使具体的情况或材料适应所要求保护的主体传授内容而不脱离其范围。因此,所要求保护的主体不旨在局限于所披露的实施例,而是所要求保护的主体将包括落在所附权利要求书的范围内的所有实施例。

[0104] 参考号:

[0105]	100	焊接电源	411	晶体管
[0106]	110	电路	412	晶体管
[0107]	120	发生器	413	晶体管
[0108]	130	控制器	414	晶体管
[0109]	140	反馈电路	415	晶体管
[0110]	150	反馈电路	416	晶体管
[0111]	160	电桥电路	417	电感器
[0112]	170	调节电路	418	源
[0113]	180	开关电路	419	二极管
[0114]	181	缓冲电路	420	晶体管
[0115]	182	二极管	481	缓冲电路
[0116]	183	电容器	482	二极管
[0117]	191	终端	483	电容器
[0118]	192	终端	511	晶体管
[0119]	210	部分	512	晶体管
[0120]	211	晶体管	513	电感器
[0121]	212	晶体管	514	电感器
[0122]	213	晶体管	515	源
[0123]	214	晶体管	516	源
[0124]	215	电感器	517	二极管
[0125]	216	源	518	晶体管
[0126]	217	二极管	519	二极管
[0127]	218	二极管	581	缓冲电路
[0128]	219	二极管	582	二极管
[0129]	220	二极管	611	晶体管
[0130]	221	电容器	612	晶体管
[0131]	230	负载	613	晶体管
[0132]	300	波形	614	晶体管
[0133]	615	电感器		

[0134]	616	源
[0135]	617	二极管
[0136]	618	晶体管
[0137]	681	缓冲电路
[0138]	682	二极管
[0139]	683	电容器
[0140]	700	电流
[0141]	710	电压
[0142]	721	电容器
[0143]	800	电流
[0144]	810	电压
[0145]	821	电容器
[0146]	900	电流
[0147]	910	电压
[0148]	921	电容器
[0149]	922	晶体管
[0150]	923	二极管
[0151]	E	焊条
[0152]	W	工件

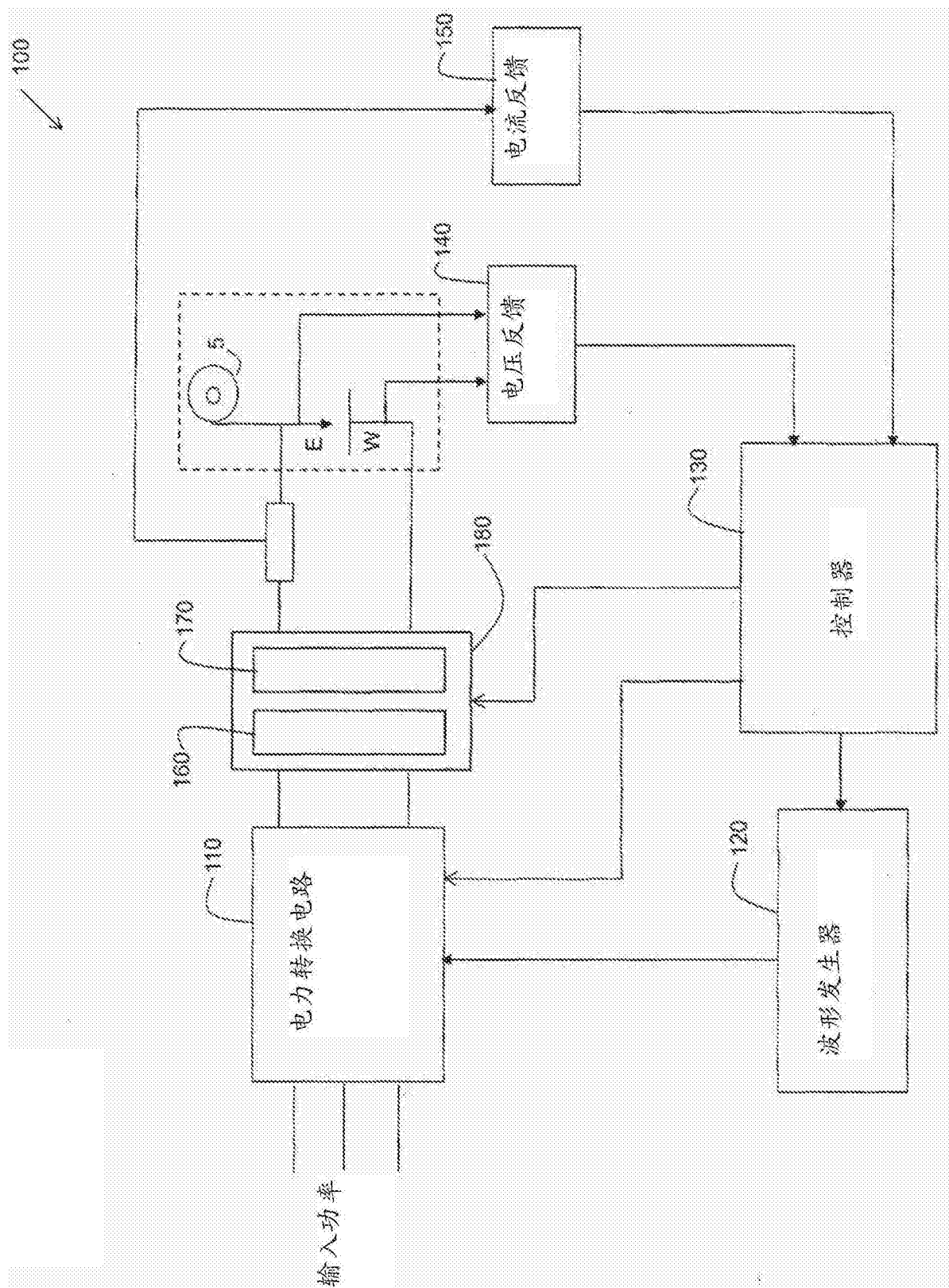


图1

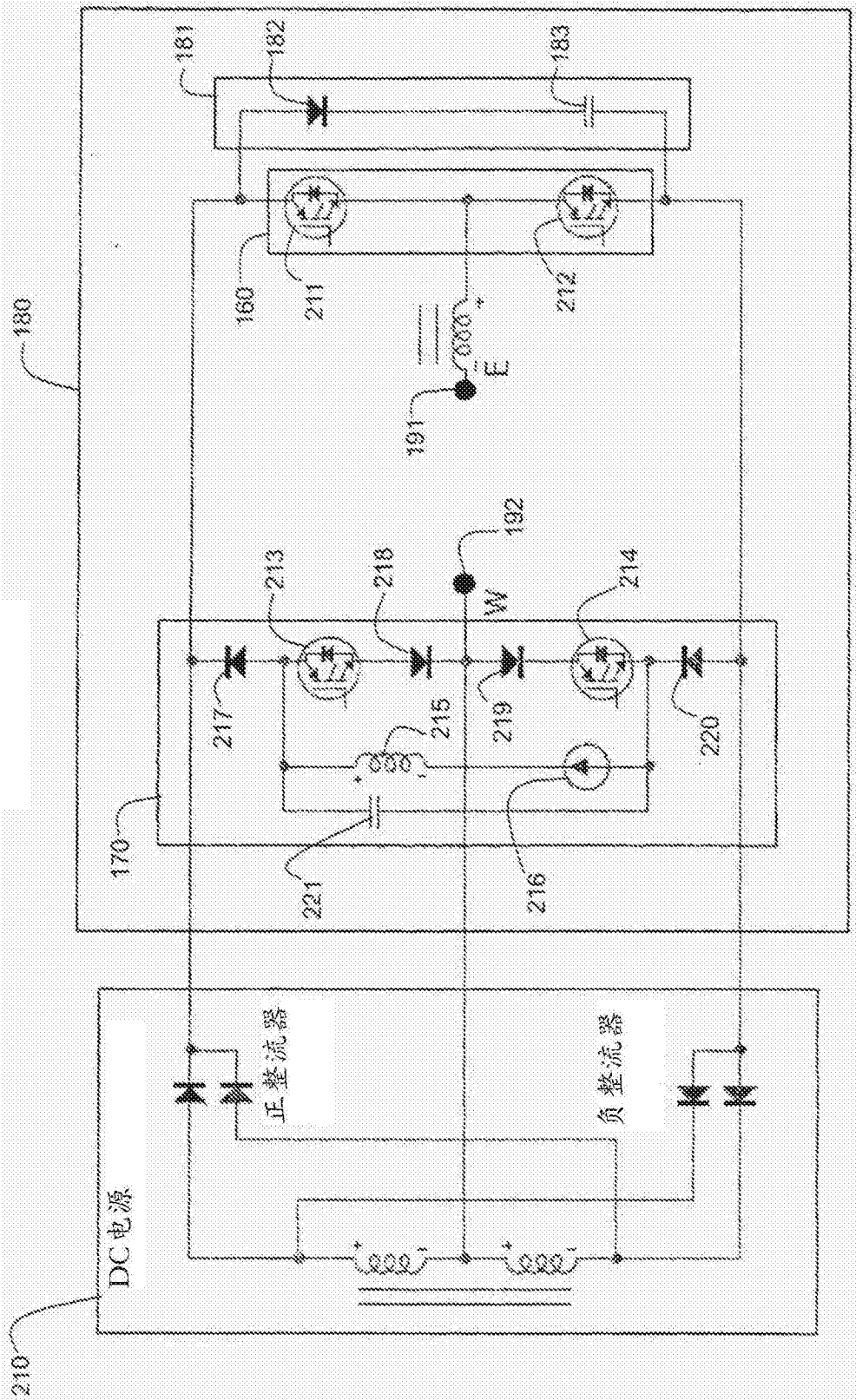


图2

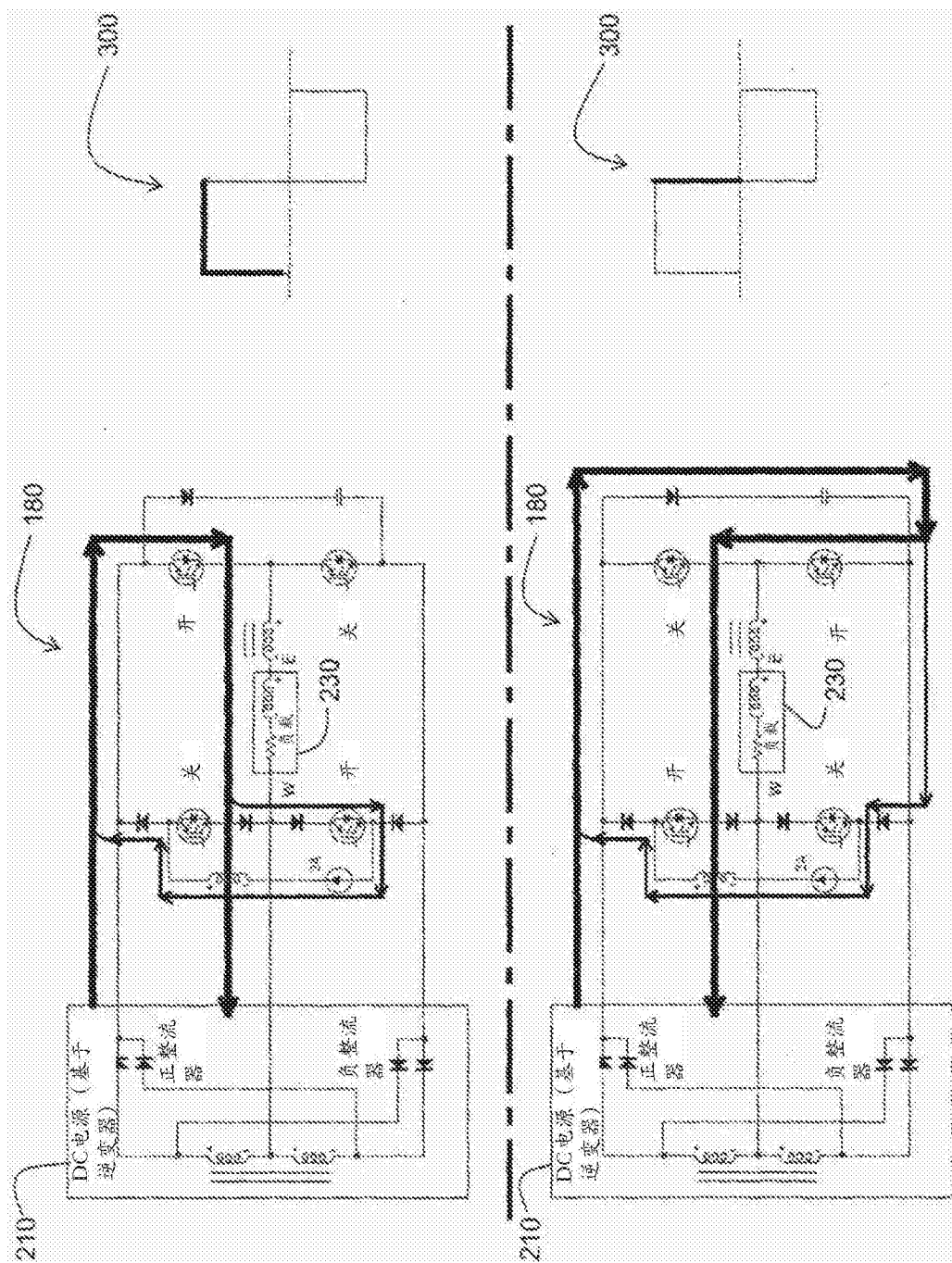


图3A

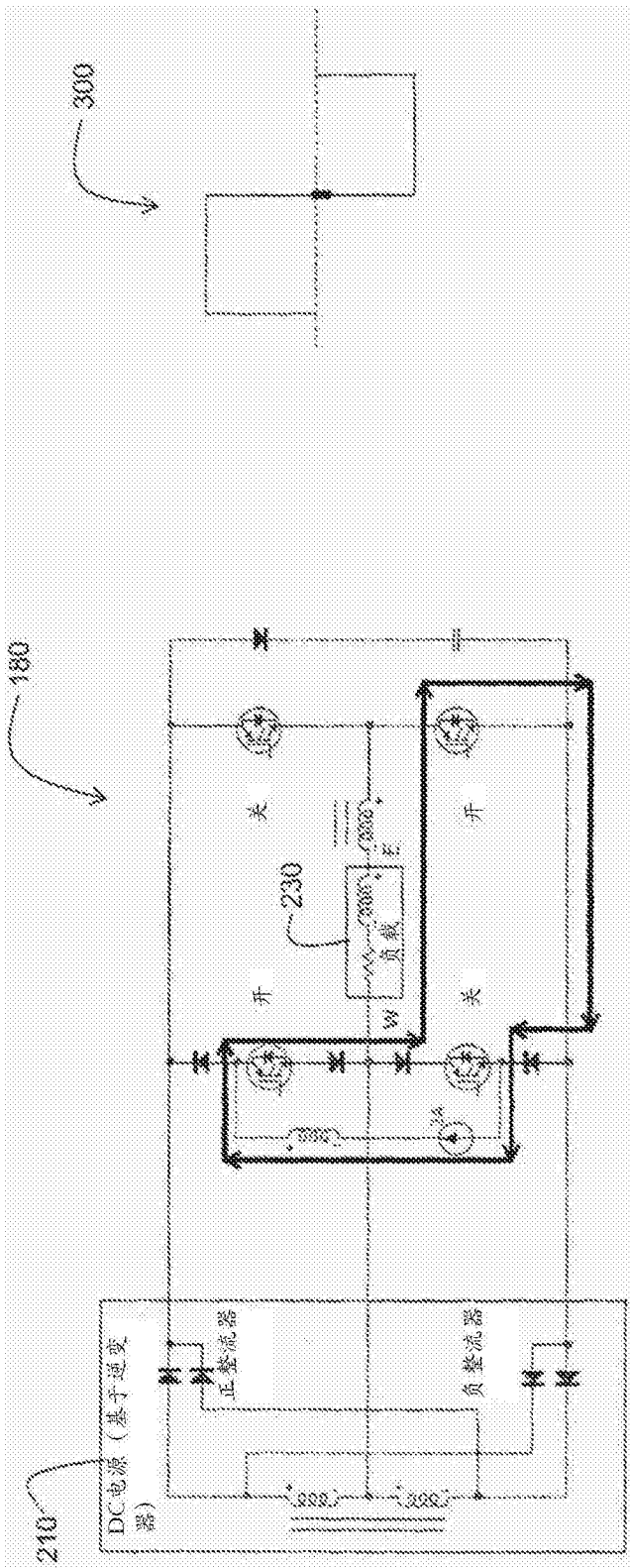


图3B

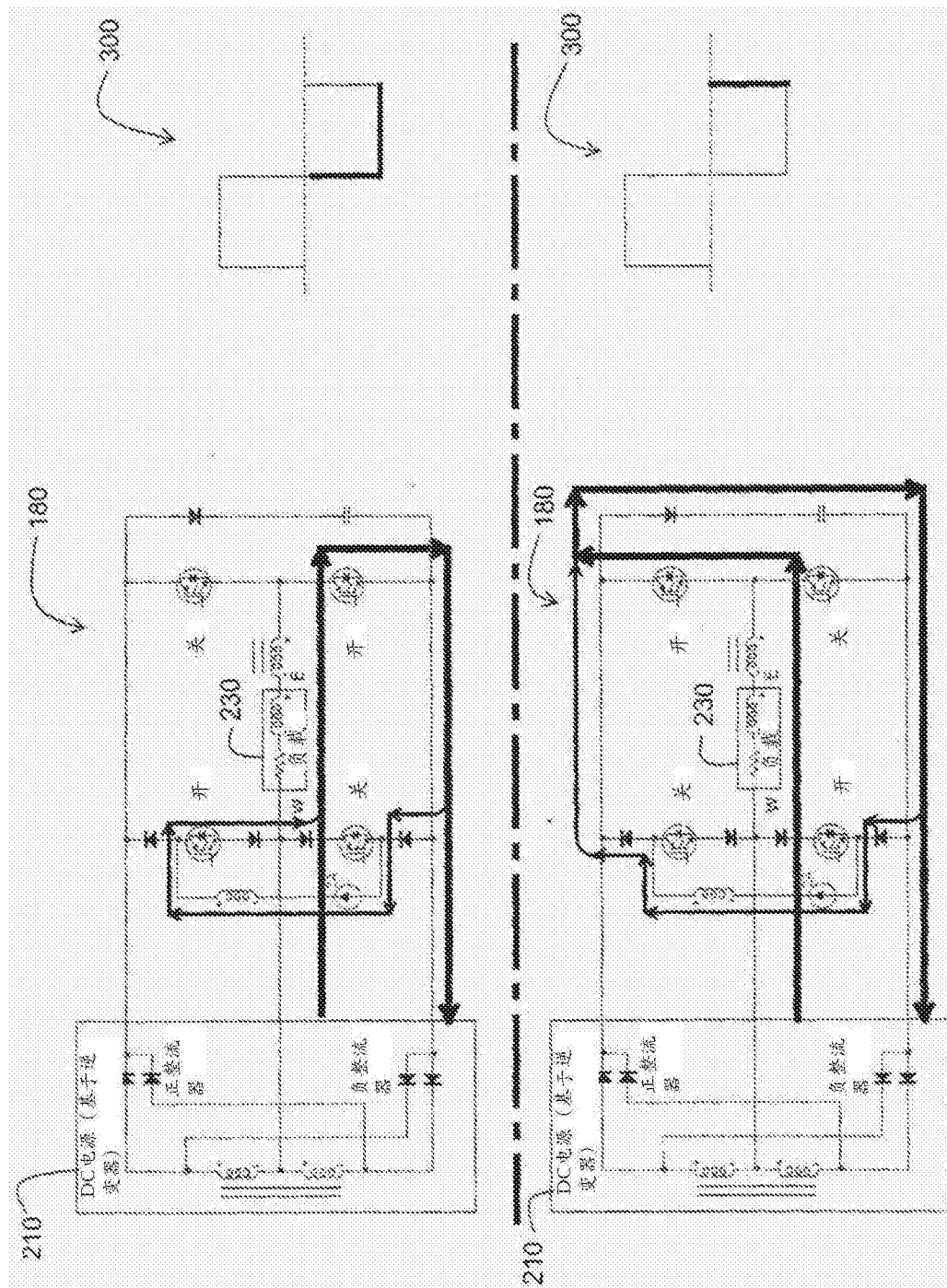


图3C

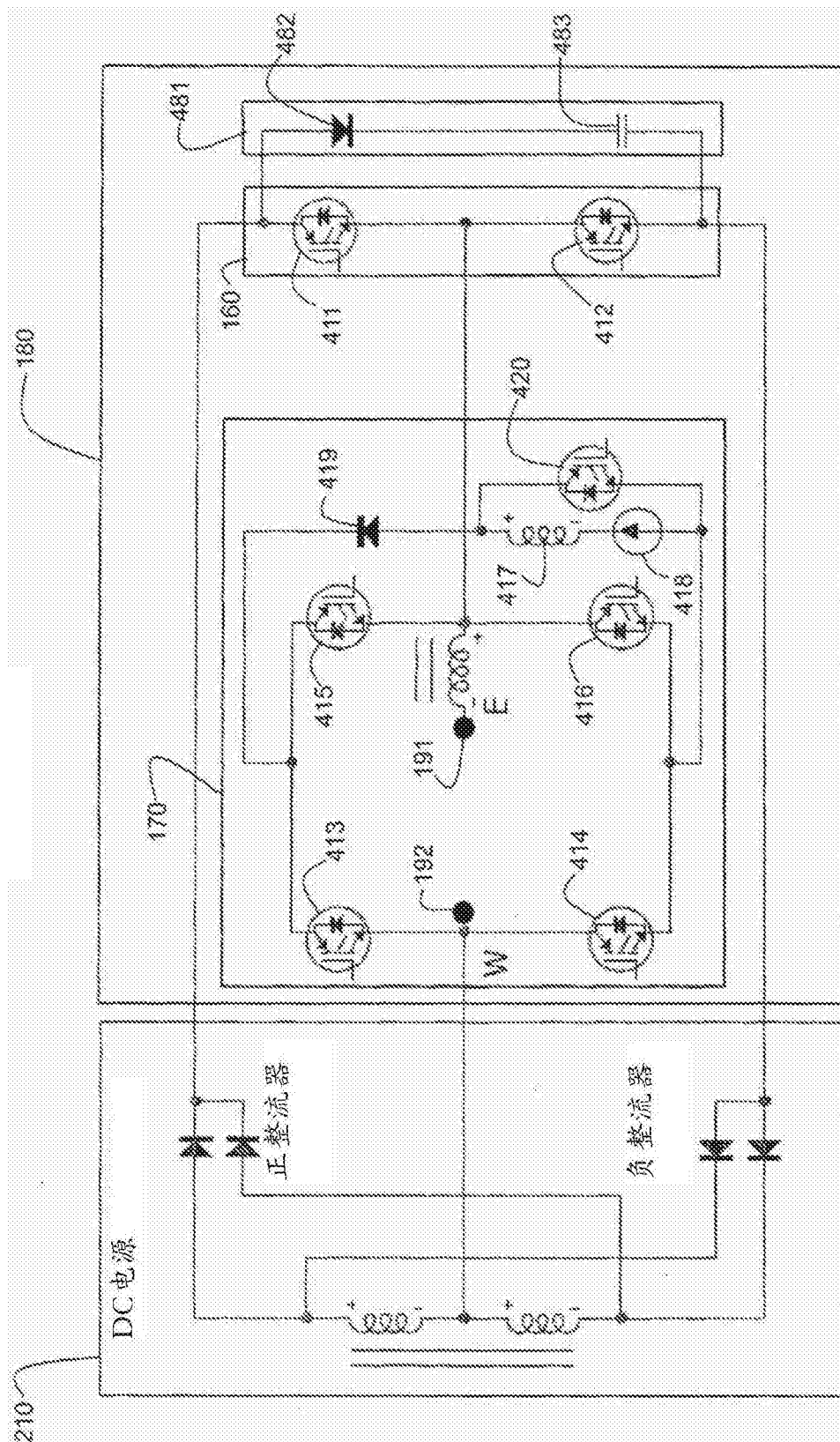


图4

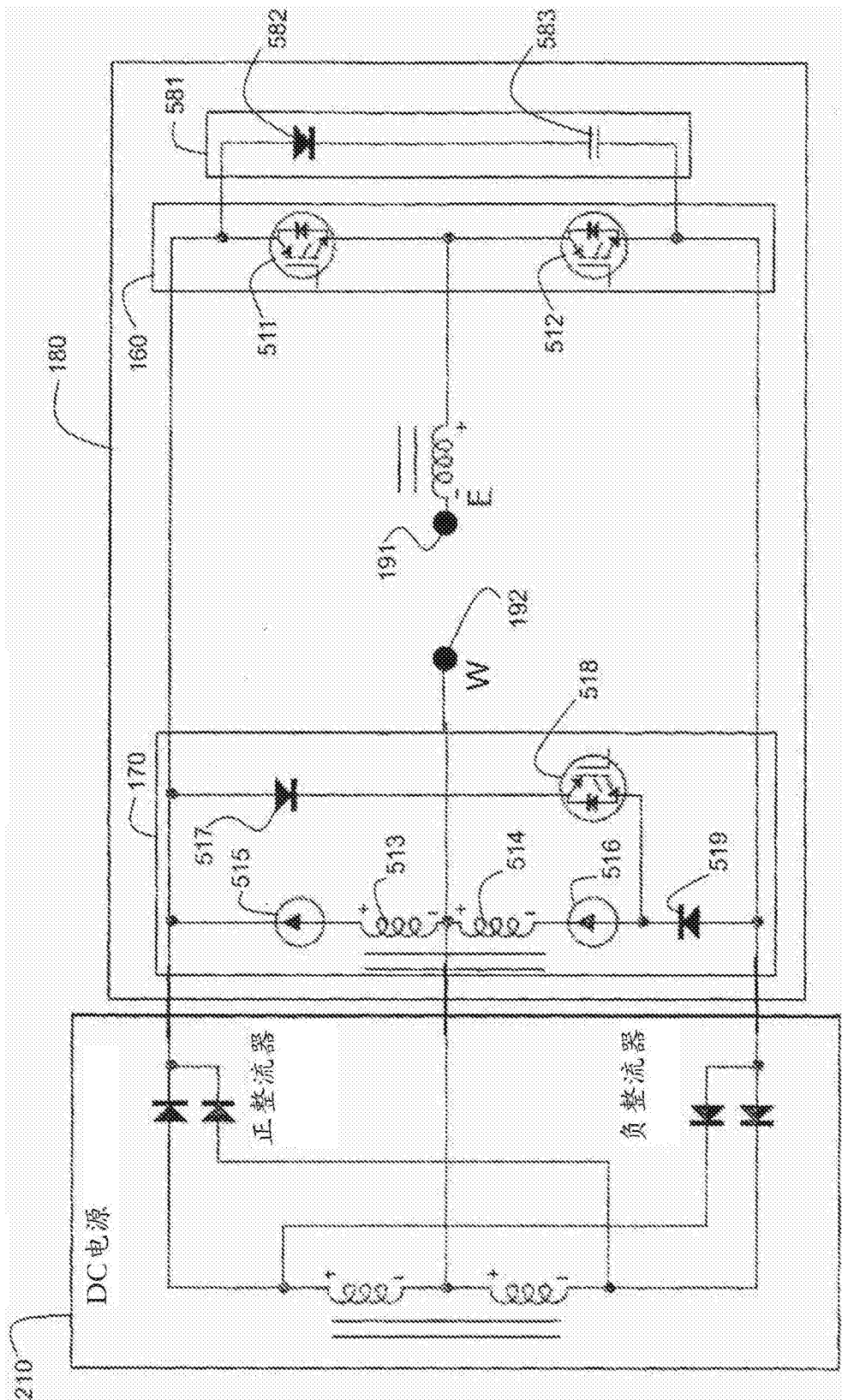


图5

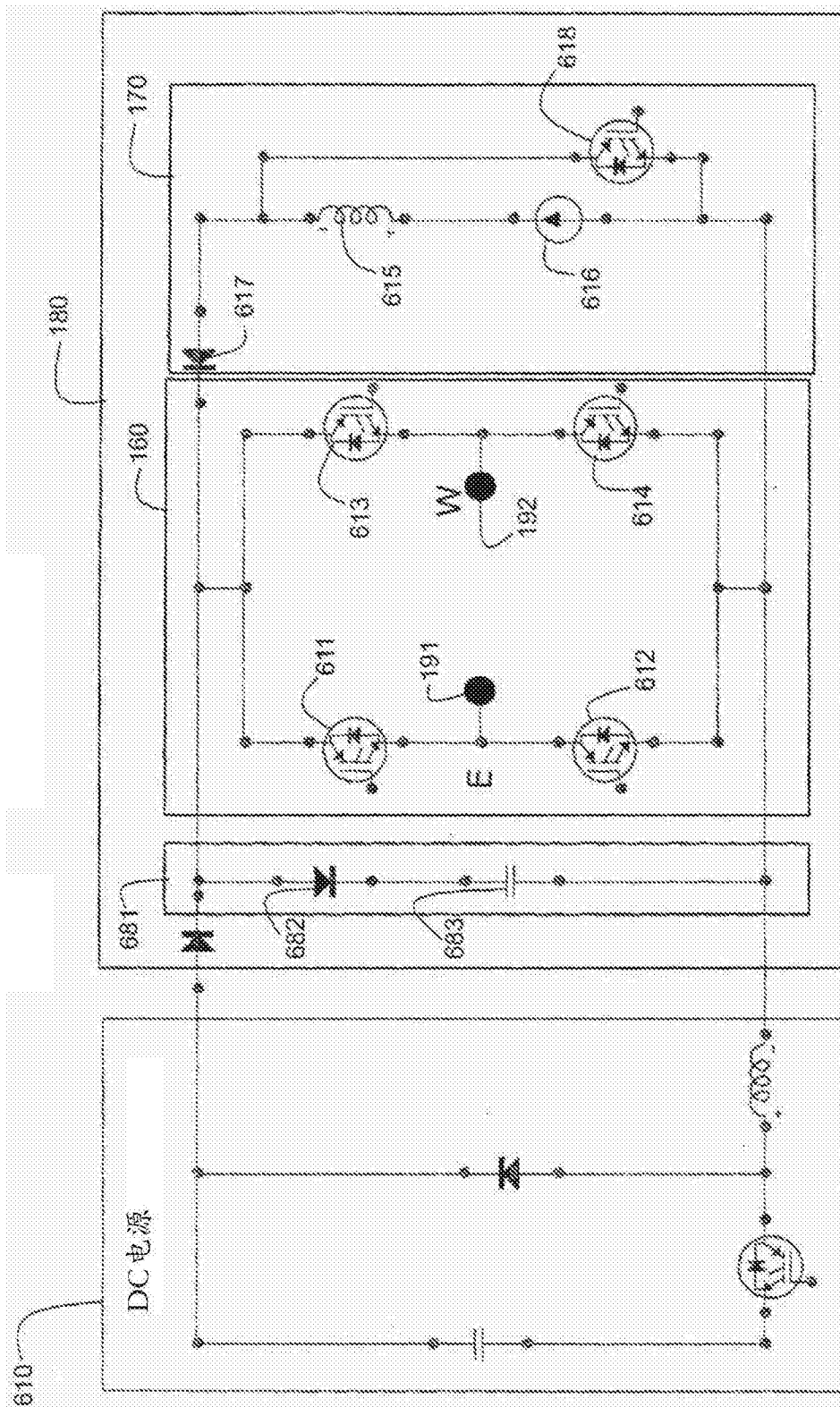


图6

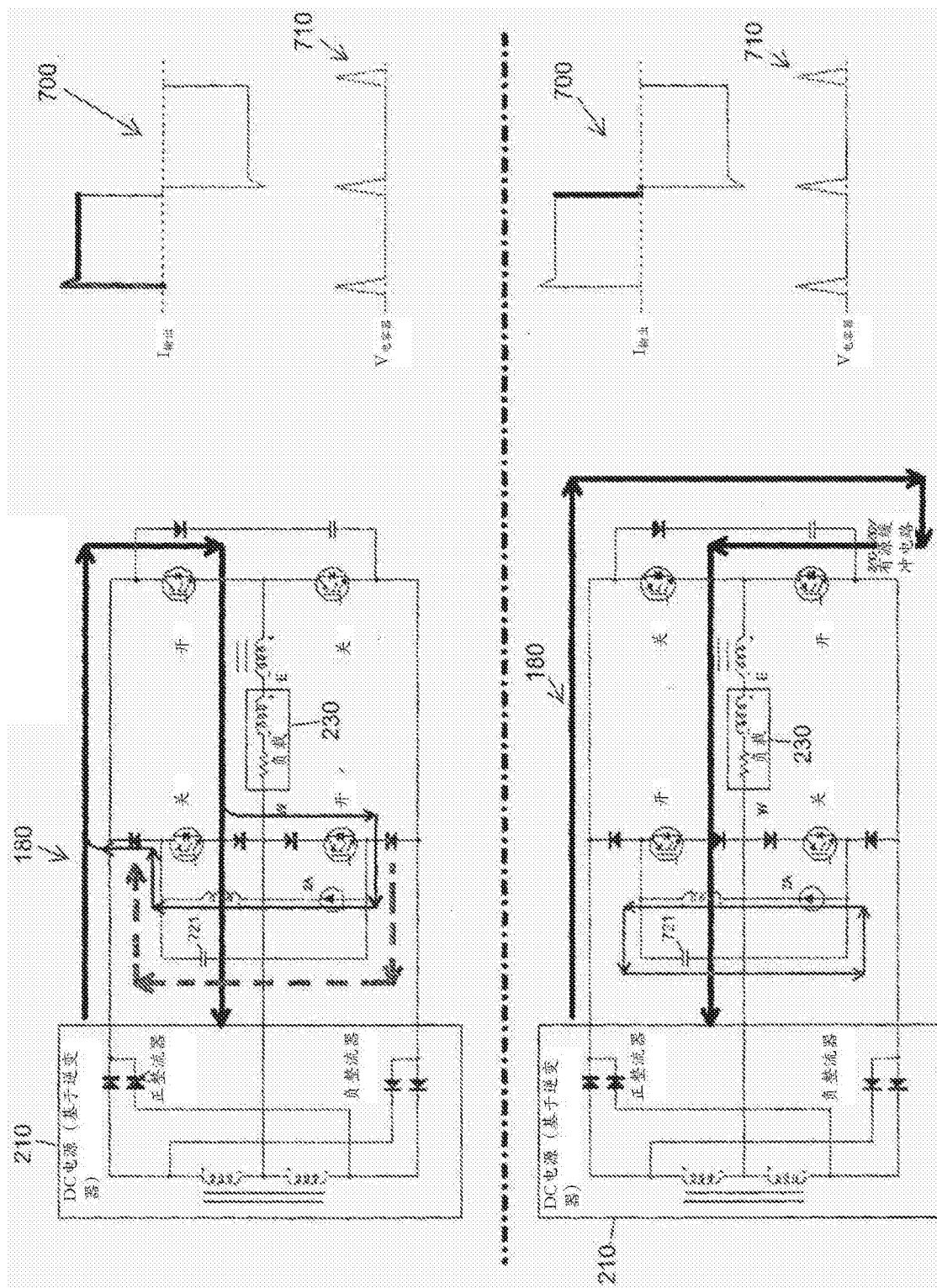


图7A

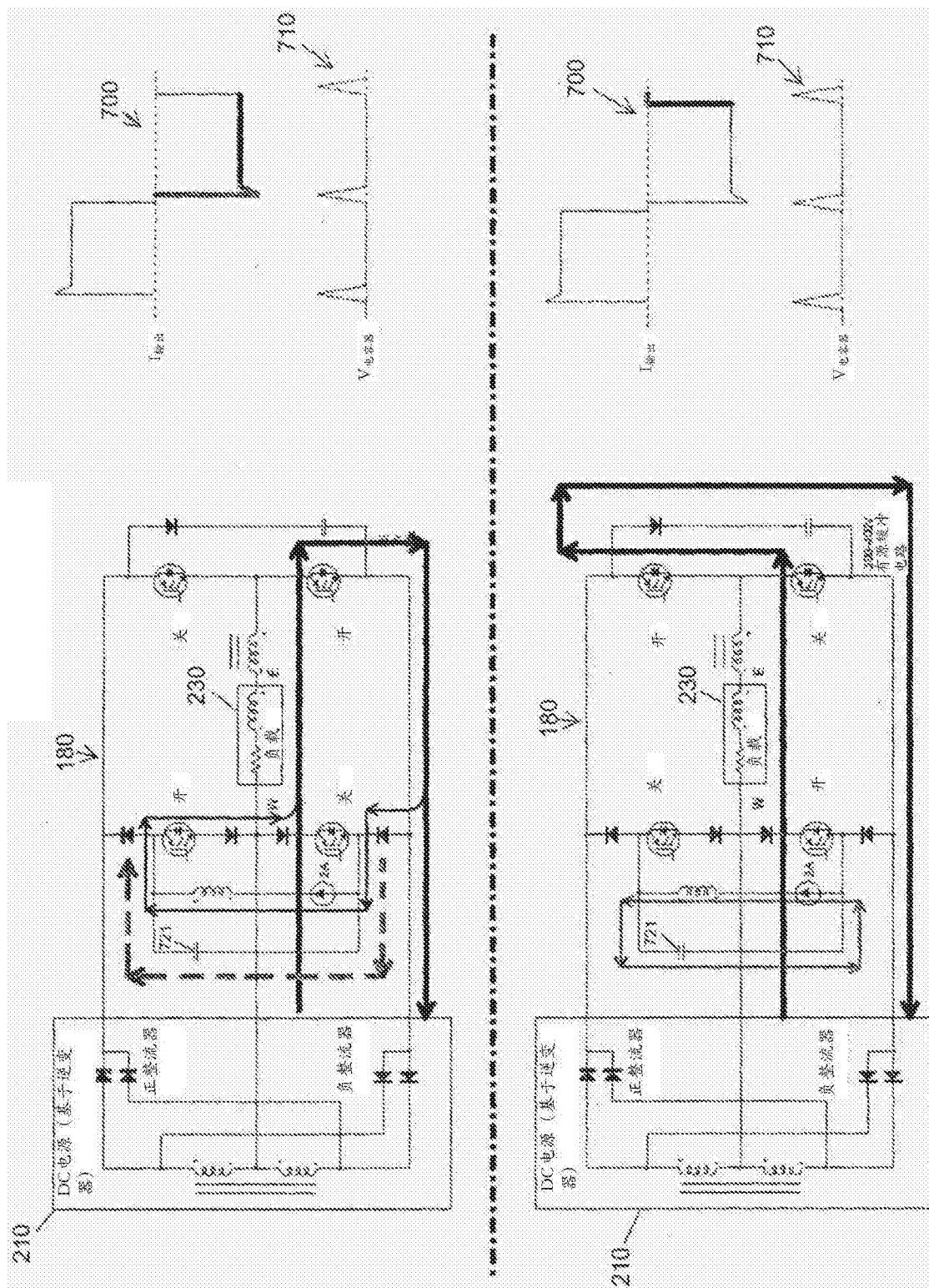


图7B

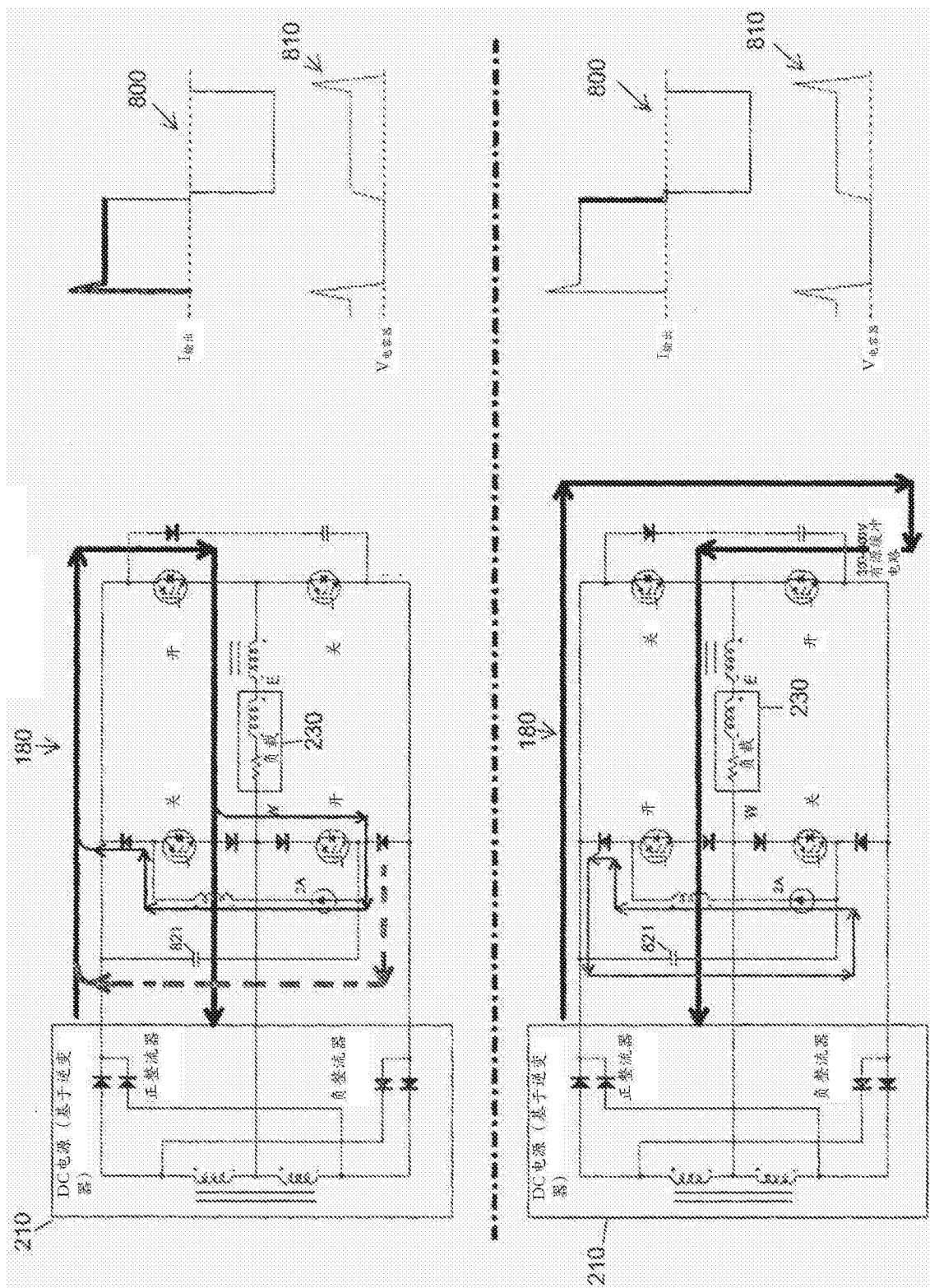


图8A

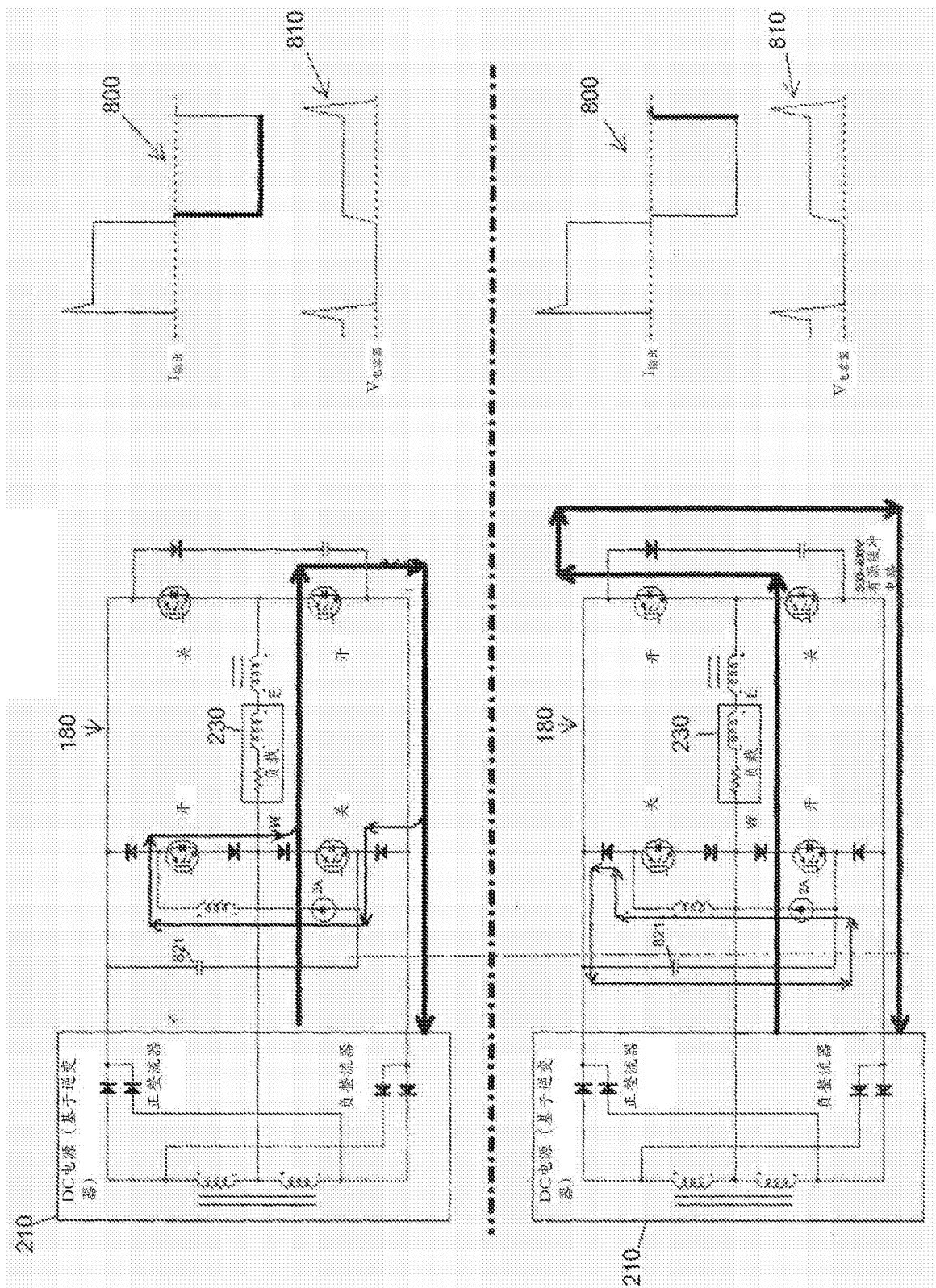


图8B

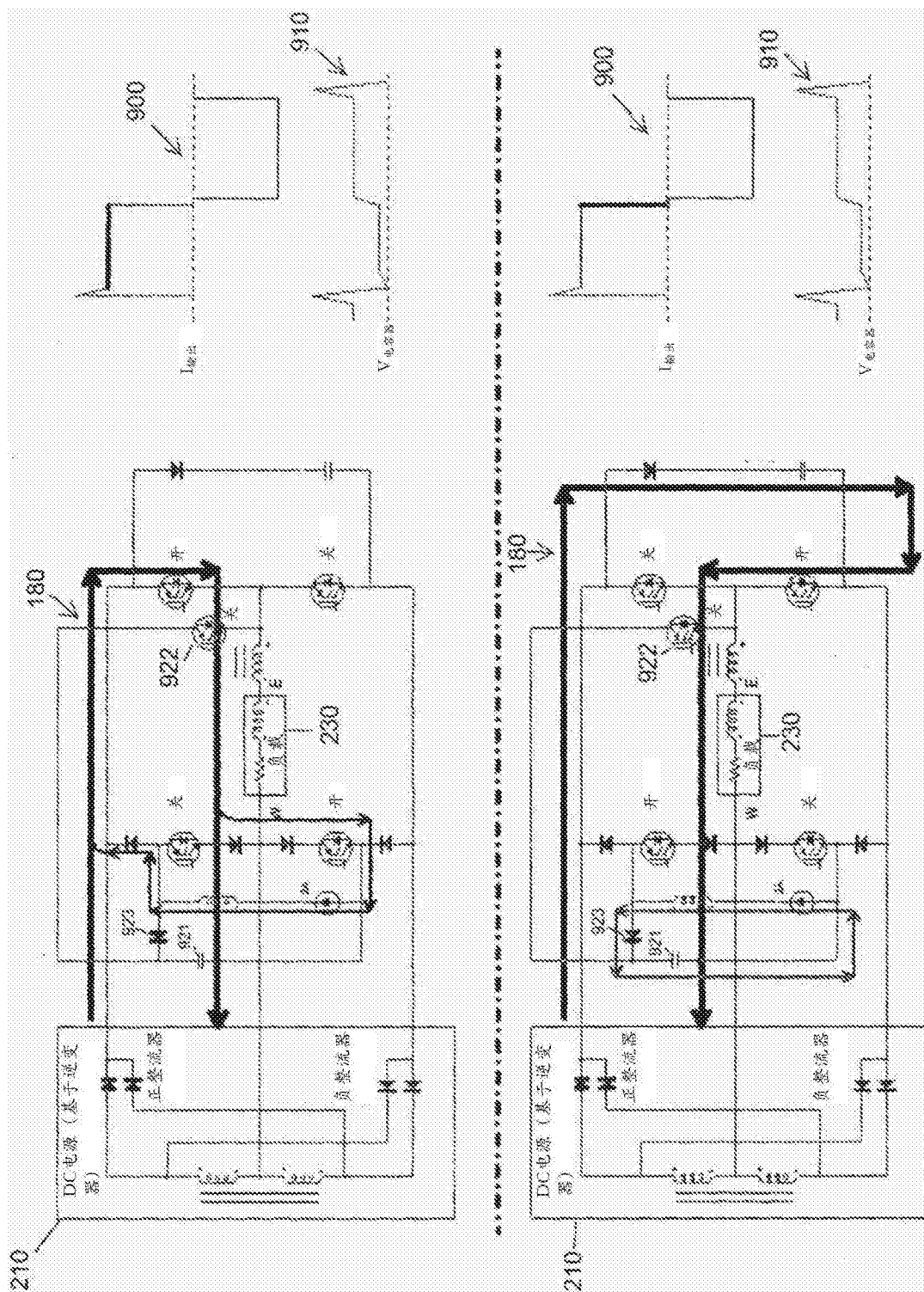


图9A

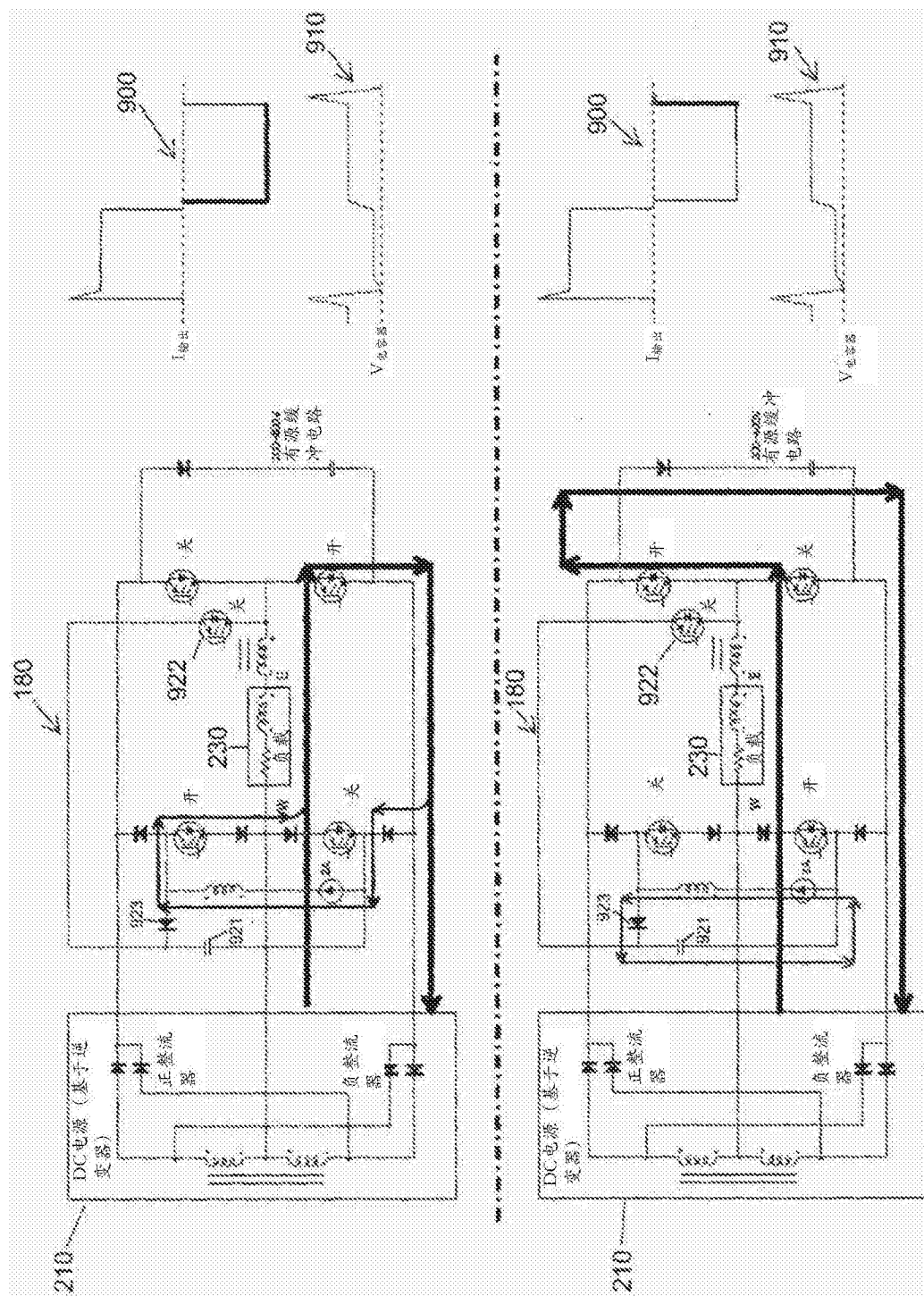


图9B

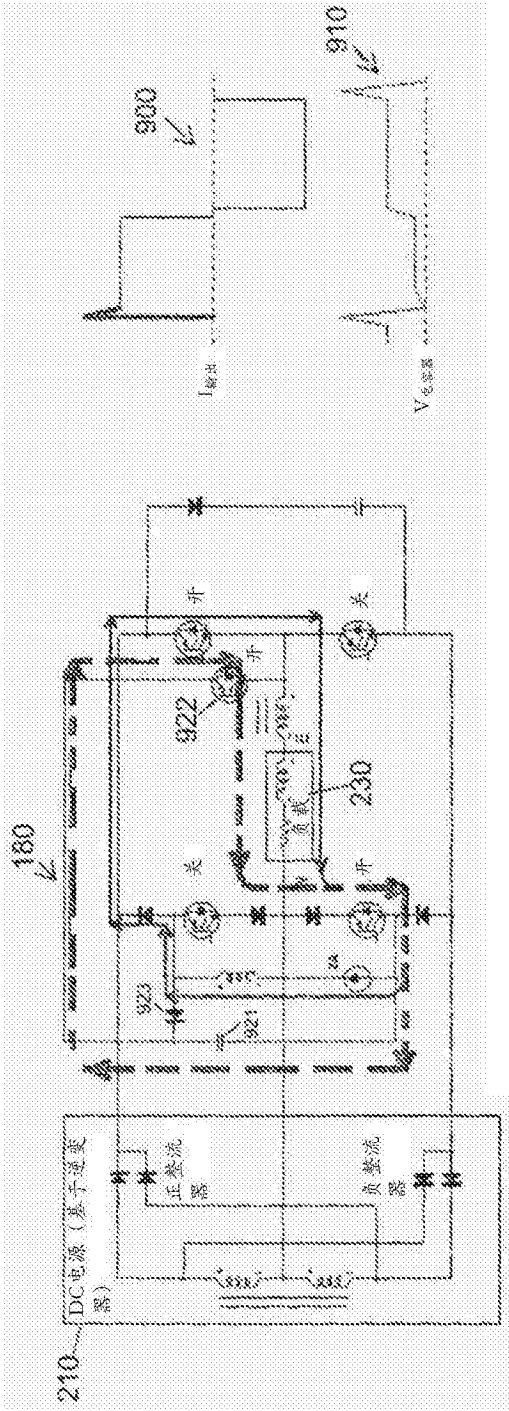


图9C