

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02M 7/42

H02M 7/5387

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00135487.6

[43] 公开日 2001年6月27日

[11] 公开号 CN 1301081A

[22] 申请日 2000.12.21 [21] 申请号 00135487.6

[30] 优先权

[32] 1999.12.22 [33] US [31] 09/469,693

[71] 申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 何进 马克·E·加克布斯

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

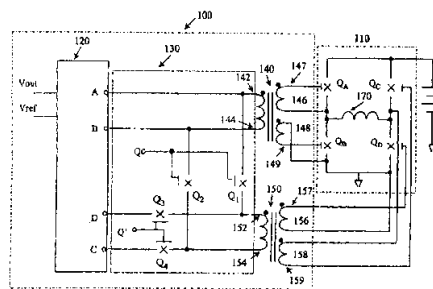
代理人 王茂华

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 3 页

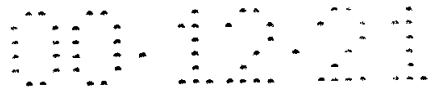
[54] 发明名称 用于电源的控制器及其操作方法

[57] 摘要

带有可控开关的全桥功率转换器的一种控制器、操作该控制器的方法和使用该控制器或方法的电源。控制器包括(1)信号发生器电路,以相移模式驱动可控开关及(2)切换网络,与信号发生器电路相连,使信号发生器电路以可替换的(2a)相移模式和(2b)通常模式之一操作转换器,相移模式中,可互补切换转换器的第一和第二支路每个中的可控开关并可调整第一和第二支路间的相对相位;通常模式中,可同时及在全工作循环中切换可控开关的对角线对。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 供带有可控开关的全桥功率转换器使用的一种控制器，其中包括：

一个信号发生器电路，被设计用来以相移模式驱动所述可控开关；
以及

一个切换网络，与所述信号发生器电路相连，被用于使所述信号发生器电路以可替换的下面方式中的一种来操作所述转换器：

所述相移模式，其中可以互补切换位于所述转换器的第一和第二支路的每个中的所述可控开关，并且所述信号发生器电路可以调整位于所述第一和第二支路之间的相对相位；以及

通常模式，其中可以基本上同时以及在基本上全工作循环中切换所述可控开关的对角线对。

2. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述信号发生器电路是以集成电路形式体现。

3. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述信号发生器电路适用于提供可被用于驱动相应一个所述可控开关的脉宽调制输出。

4. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述切换网络包括至少一个双向开关。

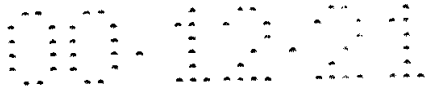
5. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述切换网络切换以便于将所述信号发生器电路的至少一个输出连接到至少两个所述可控开关上，以便于使所述信号发生器电路以所述通常模式操作所述转换器。

6. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述转换器在启动期间以所述相移模式运行。

7. 如权利要求 1 所述的控制器，其中所述转换器在故障条件期间以所述相移模式运行。

8. 如权利要求 1 所述的控制器，其中进一步包括连接于所述信号发生器电路和其中一个所述可控开关之间的至少一个门驱动变压器。

9. 供带有可控开关的全桥功率转换器使用的一种控制所述可控开



关的方法，其中包括步骤：

使用一个被设计来以相移模式驱动所述可控开关的信号发生器电路；以及

允许所述信号发生器电路以下面任何一种方式来操作所述转换器：

所述相移模式，其中可以互补切换位于所述转换器的第一和第二支路的每个中的所述可控开关，并且所述信号发生器电路可以调整位于所述第一和第二支路之间的相对相位；以及

通常模式，其中可以基本上同时以及在基本上全工作循环中切换所述可控开关的对角线对。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述信号发生器电路是以集成电路形式体现。

11. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述信号发生器电路适用于提供可被用于驱动相应一个所述可控开关的脉宽调制输出。

12. 如权利要求 9 所述的方法，其中通过包括至少一个双向开关的切换网络来执行所述允许步骤。

13. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述允许步骤包括：将所述信号发生器电路的至少一个输出连接到至少两个所述可控开关上，以便于使所述信号发生器电路以所述通常模式操作所述转换器。

14. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述转换器在启动期间以所述相移模式运行。

15. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述转换器在故障条件期间以所述相移模式运行。

16. 如权利要求 9 所述的方法，其中进一步包括连接所述信号发生器电路和其中一个所述可控开关之间的至少一个门驱动变压器。

17. 一种电源，包括：

带有可控开关的全桥功率转换器；

连接到所述全桥功率反相器的具有初级绕组的一个绝缘变压器；

一个整流器，与所述绝缘变压器的次级绕组相连；以及



一个控制器，包括：

一个信号发生器电路，被设计用来以相移模式驱动所述可控开关；
以及

一个切换网络，与所述信号发生器电路相连，用于使所述信号发生器电路以可替换的下面方式中的一种来操作所述转换器：

所述相移模式，其中可以互补切换位于所述转换器的第一和第二支路的每个中的所述可控开关，并且所述信号发生器电路可以调整位于所述第一和第二支路之间的相对相位；以及

通常模式，其中可以基本上同时以及在基本上全工作循环中切换所述可控开关的对角线对。

18. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述信号发生器电路是以集成电路形式体现。

19. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述信号发生器电路适用于提供可被用于驱动相应一个所述可控开关的脉宽调制输出。

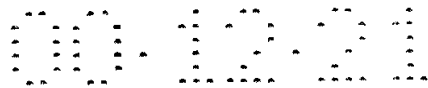
20. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述切换网络包括至少一个双向开关。

21. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述切换网络切换以便于将所述信号发生器电路的至少一个输出连接到至少两个所述可控开关上，以便于使所述信号发生器电路以所述通常模式操作所述转换器。

22. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述转换器在启动期间以所述相移模式运行。

23. 如权利要求 17 所述的电源，其中所述转换器在故障条件期间以所述相移模式运行。

24. 如权利要求 17 所述的电源，其中进一步包括连接于所述信号发生器电路和其中一个所述可控开关之间的至少一个门驱动变压器。



说明书

用于电源的控制器及其操作方法

该申请与由 He 等人于 1999 年 9 月 22 日申请的美国专利申请序列号为 No.09/401728 相关，该美国申请的题目为“相移后调整器，其操作方法以及使用该方法的功率转换器”。上面所列出的申请被转让给本发明，并且在这里被作为参考结合如同被全面再现。

本发明通常直接涉及功率转换，并且尤其是涉及用于电源的控制器及其操作方法。

对于更有效以及较低噪声的功率转换器的开发一直是功率电子学领域的目标。功率转换器一般是用于需要将输入 DC 电压转换（有绝缘）为各种高于或低于输入 DC 电压的其它 DC 电压的应用中。这样的例子包括其中将高电压转换为较低电压以便于运行系统的电信以及计算机系统。功率转换器通常面临这些问题：比如切换损耗、切换噪声以及源于功率变压器的共模噪声。切换损耗降低了系统的效率并导致比相同输出功率所需的更高的输入功率。导致以及发出的切换以及共模噪声需要滤波来防止或降低与其它敏感电子设备之间的干扰。

当前的功率转换器设计通常实现了两个全桥控制策略中的一个，即，常规的硬件切换、脉宽调制的全桥或相移全桥。这两种控制策略使用具有四个可控开关（例如，功率金属氧化物半导体场效应晶体管）、一个绝缘变压器、一个输出整流器以及一个输出滤波器的全桥反相器拓扑结构。带有伍一个控制策略的全桥反相器拓扑结构得益于体二极管或分离附加的与所述四个可控开关反并联的二极管从而可以将电流提供给绝缘变压器的寄生电感上。包括并使用一个控制器来控制可控开关。

通用的全桥一般以如下方式操作。将可控开关呈对角线对排列，这样可以在切换周期的部分交替接通开关以便于给该绝缘变压器的初级绕组提供输入 DC 电压的相反极性。因此可以操纵可控开关将输入



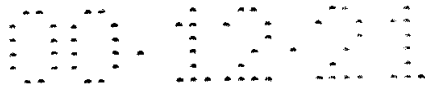
DC 电压转换为 AC 电压以操作绝缘变压器。在所述对角线对的导通间隔之间，在切换周期的一小部分时间内，所有的可控开关都截止。理论上，这将强制使穿过绝缘变压器初级绕组的电压变为零。输出整流器然后整流来自绝缘变压器的 AC 电压。该绝缘变压器的整流电压因此而应该在理论上是带有与可控开关对角线对的占空比成比例的平均值的一个方波。

输出滤波器平滑并将整流过的电压滤波从而在该功率转换器的输出端提供基本上恒定的输出电压。控制器监视该输出电压并调整可控开关对角线对的占空比以便于当输入 DC 电压而负载电流变化时将输出电压维持在一个恒定电平上。

实际上，整流电压不是一个很好的方波，但是，由于所有可控开关的截止从而在绝缘变压器的漏电感和可控开关的寄生电容之间感应出一个振荡（ring）。该振荡损耗能量因此而减少了功率转换器的效率。该振荡还带来显著的噪声，比如传导和发射的电磁干扰。此外，变压器的磁感应中的电流应该被清除，该电流通常是由可控开关的反并联二极管所导致的。

相移全桥已经发展到可以消除一些切换损耗以及常规全桥中所存在的切换噪声问题。相移全桥的动力系结构基本上与通用全桥的结构相同。但是，来自可控开关的操作的效果导致在可控开关导通之前产生经过可控开关的基本为零或减少的电压。通过开始时导通一个对角线对的两个可控开关（例如，可控开关的左上和右下可控开关）来操作相移全桥。然后，相移全桥可以截止该对角线对的其中一个可控开关（例如，右下开关）来开始零电压周期，从而取代两个可控开关的截止。然后，导通来自相同一边的一个可控开关（例如，右上开关），使初级电路中的电流流经带有经过绝缘变压器的基本为零或减少的电压的两个可控开关。

这两个可控开关因此将经过绝缘变压器的电压箝位为大约零，并因此基本上消除了当可控开关截止时常规全桥所经受的振荡状态。通过将绝缘变压器的初级绕组两端固定到一条干线上，然后固定到其它



干线上，然而相移全桥感应出流经该绝缘变压器的固有的初级到次级电容的电流。当交替从一条干线到另一条干线充电电容电位时，就产生了共模噪声。

另外，初级电流可替换地流经两个顶部或底部可控开关可能导致附加的传导损耗。在初级电流的循环间隔期间，到达桥的输入电流以及施加到输出滤波器的输出电压都基本上为零，都需要输入和输出滤波。

全桥拓扑结构的一个有效应用是使用基本上工作于全工作循环的未调节全桥，基本上同时切换开关的对角线对从而提供减少的电磁干扰。该全桥电路后跟有具有全范围调整的后调整器。为了提供启动和过载条件，有必要将该全桥电路用做一个相移电桥。

用于提供相移操作的常用控制集成电路一般都显示出一些苛刻限制从而使其用于全桥拓扑结构复杂化。这些控制集成电路通常不能精确地提供全循环操作。另外，控制集成电路在需要全循环操作时还不能提供全桥电路对角线开关的基本同时切换。

因此，在本领域中所需要的是，能够克服现有技术中这些局限的用于电源的控制器。

为了克服现有技术中的上述缺陷，本发明提供一种可用于带有可控开关的全桥功率转换器的控制器，操作该控制器的方法以及使用该控制器或方法的电源。在一个实施例中，该控制器包括（1）被设计用于以相移方式驱动可控开关的信号发生器电路以及（2）与所述信号发生器电路相连的切换网络，用于使信号发生器电路以可替换的（2a）相移方式和（2b）通常模式中的一种来操作转换器，在相移模式（2a）中，互补切换转换器第一和第二支路的每一个中的可控开关，该信号发生器电路能够调整第一和第二支路之间的相对相位；而在通常模式（2b）中，基本上同时并在基本上全工作循环中切换可控开关的对角线对。

本发明一方面引入了切换信号发生器电路输出的一个广泛概念，本发明被设计以相移模式驱动全桥功率转换器的可控开关，从而允许



该信号发生器电路以相移模式和通常模式驱动可控开关。被设计用于相移操作的通用的信号发生器电路通常都不能精确提供基本同时切换全桥功率转换器的对角线对。另外，通用的信号发生器电路都不能精确提供可控开关切换的全工作循环。本发明的控制器因此使用切换网络将信号发生器电路的输出连接到一组合适的可控开关上，从而使该信号发生器电路可替换地以相移模式和通常模式来操作转换器。

在本发明的一个实施例中，该信号发生器电路体现为一个集成电路。该信号发生器电路可以是由美国新罕布什尔州的 Merrimack 的 Unitrode 集成电路公司制造的诸如型号 3875 或型号 3879 控制集成电路这样的一些控制集成电路中的一个。当然，信号发生器电路不必仅体现于一个集成电路中。

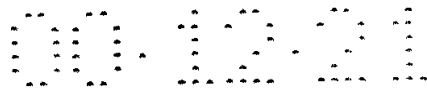
在本发明的一个实施例中，该信号发生器电路用于提供经脉宽调制过的输出，该输出可用于驱动相应一组可控开关。本领域技术人员都熟知脉宽调制技术。

在本发明的一个实施例中，该切换网络包括至少一个双向开关。在所示以及所述的一个实施例中，该切换网络最好包括四个双向开关。双向开关可以通过背靠背地连接诸如场效应晶体管这样的两个单向开关来实现。当然，在本发明的宽范围内，其它类型的双向开关也是可以的。

在本发明的一个实施例中，切换网络开关以便于将该信号发生器电路的至少一个输出连接到至少两个可控开关上从而使该信号发生器电路能以通常模式来操作转换器。该信号发生器电路因此可以基本同时驱动可控开关。

在本发明的一个实施例中，在启动期间，该转换器运行于相移模式。在启动之后，该转换器可以转换到通常模式以减少共模噪声。

在本发明的一个实施例中，在例如过载情况这样的故障情况期间，该转换器运行于相移模式。可能发生诸如偶然连接到输出的低阻抗负载这样的故障情况。在这种情况下，全桥功率转换器可以暂时工作于相移模式直到故障被排除。当然，该转换器还可以在其它所希望的时



间工作于相移模式。

在本发明的一个实施例中，该控制器进一步包括至少一个连接于信号发生器电路和一个可控开关之间的门驱动变压器。在一个相关的实施例中，每个门驱动变压器可用于驱动两个可控开关。在一个所示和所述实施例中，该控制器使用两个门驱动变压器，其中每个都用于驱动全桥功率转换器中的一条支路。

以上已经相当宽地概述了本发明的最佳以及可替换特征，从而使相关技术领域的技术人员能够较好地理解随后详细的说明部分。下面将描述构成本发明权利要求主题的本发明的附加特征。相关领域的技术人员应该理解的是，他们可以容易地使用所公开的概念和特定实施例来作为设计或变型用于执行与本发明相同的目的其它结构。那些相关领域的技术人员还可以在不脱离以其宽范围形式出现的本发明的实质和范围的情况下实现等效的一些结构。

为了更完整理解本发明，后续说明将参考附图进行，其中：

图 1 示出了根据本发明原理构造的控制器实施例的示意图；

图 2 示出了采用本发明原理构造的控制器的电源实施例的示意图；

图 3A 和 3B 示出了可用于本发明控制器中的双向开关的一些实施例。

首先参考图 1，其上示出了根据本发明原理构造的控制器 100 的一个实施例示意图。控制器 100 被设计为与全桥功率转换器（反相器）110 一起使用，该全桥功率转换器带有与功率变压器的初级绕组 170 相连的第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 。功率转换器 110 还有一个相关技术领域的技术人员所熟悉的二次电路（未示出）。

在所示实施例中，控制器 100 包括连接到功率转换器 110 输出端的一个信号发生器电路 120。信号发生器电路 120 接收表示功率转换器 110 输出特性（例如，输出电压或该输出电压和表示输出电流的信号的组合）的一个输出信号 V_{out} 以及表示参考特性（例如，在输出端

所需的电压)的一个参考信号 V_{ref} 。信号发生器电路 120 将输出信号 V_{out} 和参考信号 V_{ref} 进行比较,并且在第一、第二、第三和第四信号发生器电路输出端 A、B、C、D 处从所述比较结果中产生第一、第二、第三和第四脉宽调制输出信号,设计为分别以相移模式驱动功率转换器 110 的第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 。信号发生器电路 120 可以是一个通用的控制集成电路,比如,由美国新罕布什尔州的 Merrimack 的 Unitrode 集成电路公司制造的型号 3875 或型号 3879 的控制集成电路。当然,在本发明宽范围内,包括使用分离元件的其它信号发生器电路也是可以的。

当信号发生器电路 120 可以以相移模式驱动第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 时,该信号发生器电路 120 有两个因素限制。首先,该信号发生器电路 120 不能频繁地精确提供基本全循环操作。其次,该信号发生器电路 120 不能频繁地提供第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 的对角线对的基本同时切换。

但是,功率转换器 110 将得益于可以操作于通常模式,即,它具有可以被同时驱动的可控开关对角线对以及可以处于基本上是全工作循环。相关领域的技术人员可以了解到通常模式操作的好处:包括较低的共模噪声、改进的效率、较小的元件尺寸、低输出电压波动以及低输出电流波动。

由于信号发生器电路 120 不能使全桥功率转换器 110 工作于通常模式,因此,本发明的控制器 100 包括连接到信号发生器电路 120 上的一个切换网络 130,该切换网络可用于使信号发生器电路 120 操作全桥功率转换器 110 可替换地工作于相移模式和通常模式中的一个。

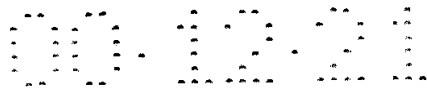
在所示实施例中,控制器 100 还包括第一和第二门驱动变压器 140、150。第一门驱动变压器 140 有一个初级绕组,该初级绕组带有连接到第一信号发生器电路输出端 A 的第一初级端 142,以及连接到第二信号发生器电路输出端 B 的第二初级端 144。第一门驱动变压器 140 还有第一和第二级绕组 146、148。第一次级绕组 146 有连接到第一可控开关 Q_A 控制端(例如,栅极)的第一次级端 147。第二次级

绕组 148 有连接到第二可控开关 Q_B 的控制端的第二次级端 149。在所示实施例中，第一和第二次级端 147、149 其极性相反以便于可以以互补的方式驱动第二可控开关 Q_A 、 Q_B 。第一门驱动变压器 140 因此可用于提供驱动信号到第一和第二可控开关 Q_A 、 Q_B 。

第二门驱动变压器 150 有一个初级绕组，该初级绕组带有连接到第三信号发生器电路输出端 C 的第一初级端 152，以及连接到第四信号发生器电路输出端 D 的第二初级端 154。第二门驱动变压器 150 还有第一和第二次级绕组 156、158。第一次级绕组 156 有连接到第三可控开关 Q_C 控制端的第一次级端 157。第二次级绕组 158 有连接到第四可控开关 Q_D 控制端的第二次级端 159。在所示实施例中，第一和第二次级端 157、159 其极性相反。第二门驱动变压器 150 因此可被用于提供驱动信号到第三和第四可控开关 Q_C 、 Q_D 。相关领域的技术人员熟悉这些门驱动变压器。有关门驱动变压器的更多信息，可以参见于 1996 年 1 月 2 日公开的在这里被作为参考文献的美国专利 No.5481219，该专利发明人是 Jacobs 等人，题目是“用于产生用于绝缘 MOSFET 栅极驱动电路的负偏置的装置及方法”。

在所示实施例中，切换网络 130 包括第一、第二、第三和第四双向开关 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 。在所示实施例描述这些双向开关时，相关领域技术人员可以了解，可以以任何一种方式来实现这些双向开关，其中包括将两个单向开关背靠背连接。第一双向开关 Q_1 连接于第一和第四信号发生器电路输出端 A、D 之间。第二双向开关 Q_2 连接于第二和第三信号发生器电路输出端 B、C 之间。第三双向开关 Q_3 串连于第四信号发生器电路输出端 D 和第二门驱动变压器 150 的第一初级端 152 之间。第四双向开关 Q_4 串连于第三信号发生器电路输出端 C 和第二门驱动变压器 150 的第二初级端 154 之间。

在所示实施例中，由逻辑控制信号 Q 控制第一和第二双向开关 Q_1 、 Q_2 。由反相逻辑控制信号 Q' 来控制第三和第四双向开关 Q_3 、 Q_4 。当逻辑控制信号 Q 是 OFF 时，反相逻辑控制信号 Q' 是 ON，并且反之亦然。例如，可以通过比较器比较输出信号 V_{out} 和参考信号 V_{ref}



以确定功率转换器 110 的操作模式，以这种方式提供逻辑控制信号 Q 和反相的逻辑控制信号 Q' 。在所示实施例中，切换网络 130 将切换以便于当逻辑控制信号 Q 是高值时允许信号发生器电路 120 以通常模式操作功率转换器 110。可替换地，当逻辑控制信号 Q 是低值时，切换网络 130 将切换以便于允许信号发生器电路 120 以相移模式操作功率转换器 110。

控制器 100 的操作如下所述。当逻辑控制信号 Q 是表明操作是处于通常模式的高值时，第一和第二双向开关 Q_1 、 Q_2 导通以便于将第一和第二门驱动变压器 140、150 连接到第一和第二信号发生器电路输出端 A、B 上。第三和第四双向开关 Q_3 、 Q_4 截止，将第三和第四信号发生器电路输出端 C、D 从第二门驱动变压器 150 上断开。信号发生器电路 120 因此可以将第一脉宽调制输出信号提供给构成全桥功率转换器 110 的可控开关的第一对角线对的第一和第四可控开关 Q_A 、 Q_D 。信号发生器电路 120 同样可以将第二脉宽调制输出信号提供给构成全桥功率转换器 110 的可控开关的第二对角线对的第二和第三可控开关 Q_B 、 Q_C 。由于将基本上相同的脉宽调制输出信号提供给第一和第二对角线对的每一个上，因此，第一和第二对角线对可以被基本上同时切换。信号发生器电路 120 可以提供基本上全工作循环切换以便于使全桥功率转换器 110 具有最小的共模噪声。

当逻辑控制信号 Q 是表明工作于相移模式的低值时，第一和第二双向开关 Q_1 、 Q_2 截止。第三和第四双向开关 Q_3 、 Q_4 导通以便于将第三和第四信号发生器电路输出端 C、D 连接到第二门驱动变压器 150 上。第一和第二信号发生器电路输出端 A、B 被连接到第一门驱动变压器 140 上。第一、第二、第三和第四信号发生器电路输出端因此可以分别将第一、第二、第三和第四脉宽调制输出信号提供给第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 。

切换网络 130 因此可以允许信号发生器电路 120 互补切换全桥功率转换器 110 的第一和第二支路中的可控开关。在所示实施例中，全桥功率转换器 110 的第一支路包括第一和第二可控开关 Q_A 、 Q_B 。全桥

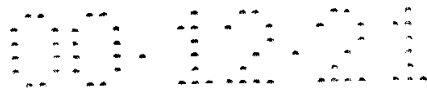
功率转换器 110 的第二支路包括第三和第四可控开关 Q_C 、 Q_D 。全桥功率转换器 110 因此可以工作于相移模式，其中调整全桥功率转换器 110 的第一和第二支路之间的相对相移从而控制其输出电压。

现转到图 2，其上示出了使用根据本发明原理构造的控制器 220 的电源 200 的一个实施例的示意图。电源 200 包括与电源 200 的输入端相连的全桥反相器 210。该电源 200 还包括具有连接到反相器 210 的一个初级绕组 T1p 的绝缘变压器 T1。电源 200 还包括连接到该绝缘变压器 T1 次级绕组 T1s 上的一个输出整流器 270，该整流器整流由该绝缘变压器 T1 提供的周期性波形。电源 200 还包括连接到输出整流器 270 上的一个输出滤波器 275。该输出滤波器 275 滤波来自输出整流器 270 的整流波形从而提供一个输出电压 V_{out} 到位于电源 200 输出端上的负载 290。电源 200 还包括连接到电源 200 输出端以及输出整流器 270 上的后调整反相器 280，该后调整反相器调整电源 200 的输出电压 V_{out} 。控制器 220 监视该输出电压 V_{out} 并驱动反相器 210 和后调整反相器 280 以便于将输出电压 V_{out} 维持在基本恒定电平上。

在所示实施例中，反相器 210 包括以全桥拓扑结构排列的第一、第二、第三以及第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 。绝缘变压器 T1 的初级绕组 T1p 连接于反相器 210 的第一节点 212（位于第一和第二可控开关 Q_A 、 Q_B 之间）和第二节点 214（位于第三和第四可控开关 Q_C 、 Q_D 之间）之间。

输出整流器 270 包括如同全波整流器那样排列的第一和第二整流二极管 D1、D2。第一和第二整流二极管 D1、D2 被连接到绝缘变压器 T1 的次级绕组 T1s 上并接收来自其上的周期波形。输出整流器 270 整流该周期波形以便于将整流后的波形提供给输出滤波器 275。相关领域技术人员熟悉全波整流器，并且在本发明的宽范围内可以实现其它包括使用同步整流器的整流器拓扑结构。

输出滤波器 275 包括连接到输出电容器 C_{out} 上的输出电感器 L_{out} 。输出滤波器 275 接收来自输出整流器 270 的整流波形，并平滑和滤波该整流波形以将输出电压 V_{out} 维持在基本恒定电平上。相关领



域技术人员熟悉这些输出滤波器。当然，在本发明宽范围内，可以使用其它滤波器结构。

后调整反相器 280 包括切换电路 282 和稳压变压器 T2。在所示的实施例中，切换电路 282 包括连接到电源 200 的输出端上的第五和第六可控开关 Q_E 、 Q_F 。切换电路 282 还包括连接到第五和第六可控开关 Q_E 、 Q_F 的第一和第二电容器 C1、C2。当所示和所述的切换电路 282 具有半桥拓扑结构时，相关领域技术人员可以认识到，在本发明宽范围内的其它切换拓扑结构也是可以的。

在所示实施例中，稳压变压器 T2 有连接于切换电路 282 的第三节点 284（位于第五和第六可控开关 Q_E 、 Q_F 之间）和第四节点 286（位于第一和第二电容器 C1、C2 之间）之间的初级绕组 T2p。该稳压变压器 T2 还有分别串联于绝缘变压器 T1 的次级绕组 T1s 和第一第二整流二极管 D1、D2 之间的第一和第二级绕组 T2s1、T2s2。切换电路 282 接收来自电源 200 的输出电压 V_{out} 并从中产生相移波形。稳压变压器 T2 然后将该相移波形传送到输出整流器 270 上以调整电源 200。在所示实施例中，第一和第二整流二极管 D1、D2 处理来自绝缘变压器 T1 的次级绕组 T1s 以及稳压变压器 T2 的相应第一和第二级绕组 T2s1、T2s2 的功率。

在所示实施例中，后调整反相器 280 有利地接收来自电源 200 的输出并因此防止了共模电流在电源 200 的输入和输出之间流动的附加路径（即，绝缘变压器 T1）。另外，在所示实施例中，通过使用与反相器 210 分离的切换电路 282，本发明的后调整反相器 280 可以执行电压相加和电压相减（通过调整相对于反相器 210 的工作相位），其结果导致对于后调整反相器 280 一般所需的较低功率额定值。此外，通过使用用于反相器 210 和后调整反相器 280 的独立可控开关，可以减少输入到电源 200 中的输入波动电流，特别是在标称操作条件下。

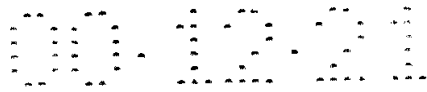
在所示实施例中，控制器 220 包括连接到电源 200 输出端的第一电压定标电路 222，该电路用于接收输出电压 V_{out} 并从中产生定标输出信号 V_{sout1} 。控制器 220 还包括连接到第一电压定标电路 222 的信

号发生器电路 226。在所示实施例中，信号发生器电路 226 是一种脉宽调制电路，该电路接收定标的输出信号 V_{sout1} 和参考信号 V_{ref1} ，并从中产生位于第一、第二、第三、第四信号发生器电路输出端 A、B、C、D 处的第一、第二、第三和第四脉宽调制驱动信号，设计为来分别驱动反相器 210 的第一、第二、第三和第四可控开关 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 。信号发生器电路对于相关领域的技术人员而言是公知的。例如，可以参见由美国新罕布什尔州的 Merrimack 的 Unitrode 集成电路公司制造的型号 3875 控制集成电路。

控制器 220 还包括连接到信号发生器电路 226 的切换网络 228。控制器 220 还包括第一、第二和第三门驱动变压器 230、240、250。在所示实施例中，第一门驱动变压器 230 连接到反相器 210 的第一和第二可控开关 Q_A 、 Q_B 。第二门驱动变压器 240 与反相器 210 的第二和第三可控开关 Q_C 、 Q_D 相连。第三门驱动变压器 250 与后调整反相器 280 的第五和第六可控开关 Q_E 、 Q_F 相连。

在所示实施例中，切换网络 228 包括第一、第二、第三和第四双向开关 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 。第一双向开关 Q_1 连接于第一和第四信号发生器电路输出端 A、D 之间。第二双向开关 Q_2 连接于第二和第三信号发生器电路输出端 B、C 之间。第三双向开关 Q_3 串联于第四信号发生器电路输出端 D 和第二门驱动变压器 240 的第一初级端 242 之间。第四双向开关 Q_4 串联于第三信号发生器电路输出端 C 和第二门驱动变压器 240 的第二初级端 244 之间。

在所示实施例中，由逻辑控制信号 Q 控制第一和第二双向开关 Q_1 、 Q_2 。由反相逻辑控制信号 Q' 控制第三和第四双向开关 Q_3 、 Q_4 。在所示实施例中，控制器 220 包括连接到电源 200 输出端的第二电压定标电路 223。第二电压定标电路 223 接收输出电压 V_{out} 并从中产生第二定标输出信号 V_{sout2} 。该控制器 220 还包括连接到第一电压定标电路 222 的比较器电路 224。比较器电路 224 接收第二定标输出信号 V_{sout2} 和第二参考信号 V_{ref2} 并从中产生逻辑控制信号 Q 。该控制器 220 还包括接收逻辑控制信号 Q 并从中产生反相的逻辑控制信号 Q' 的



反相器 225.

在所示实施例中，切换网络 228 将切换以便于当逻辑控制信号 Q 是高值时使信号发生器电路 226 以通常模式操作反相器 210。可替换地，当逻辑控制信号 Q 是低值时，切换网络 228 将切换从而使信号发生器电路 226 以相移模式操作反相器 210。

现转到图 3A 和 3B，其上示出了可用于本发明控制器中的双向开关的实施例。更特别地，图 3A 示出了以连接到整流器 330 的单向开关 320 实现的第一双向开关 310。整流器 330 的二极管的排列方式使该双向开关 310 可以在两个方向上导通和阻塞电流。图 3B 示出了第二双向开关 350，该双向开关是通过连接第一和第二单向开关 360、370 以便于使与第一和第二单向开关 360、370 连成整体的第一和第二二极管 365、375 以相反方向相对来实现。当然，在本发明的宽范围内，双向开关的其它实现方式也是可能和可以的。

相关领域的技术人员应该理解：前面所述的电源和控制器实施例仅用于说明的目的，并且在本发明宽范围内，可以切换信号发生器电路输出的其它实施例也可以用于使该信号发生器电路以相移模式和通常模式来驱动可控开关。另外，已经参考特定电子元件来说明本发明的示范性实施例。但是，相关领域技术人员可以理解，可以用一些元件替代（不必是同型元件）以产生所需条件或实现所需结果。例如，可用多个元件来替换单个元件，反之亦然。同样，可以使用其它电路结构来实现本发明的这些概念。

为了更好地理解包括电源和全桥功率转换器的功率电子学技术，可以参见在这里作为参考的：由 John Wiley & Sons 出版公司（1989）出版的 N.Mohan、T.M.Undeland 以及 W.P.Robbins 所著的“转换器、应用以及设计”，以及美国新罕布什尔州、Merrimack 的 7 Continental Blvd. 的 Unitrode 的“Unitrode 产品和应用手册”的第 6-348 到 6-361 页。

尽管已经详细地描述了本发明，但是，相关领域的技术人员应该理解，在不脱离本发明实质和范围的情况下，可以进行各种变化、替代以及变更。

说明书附图

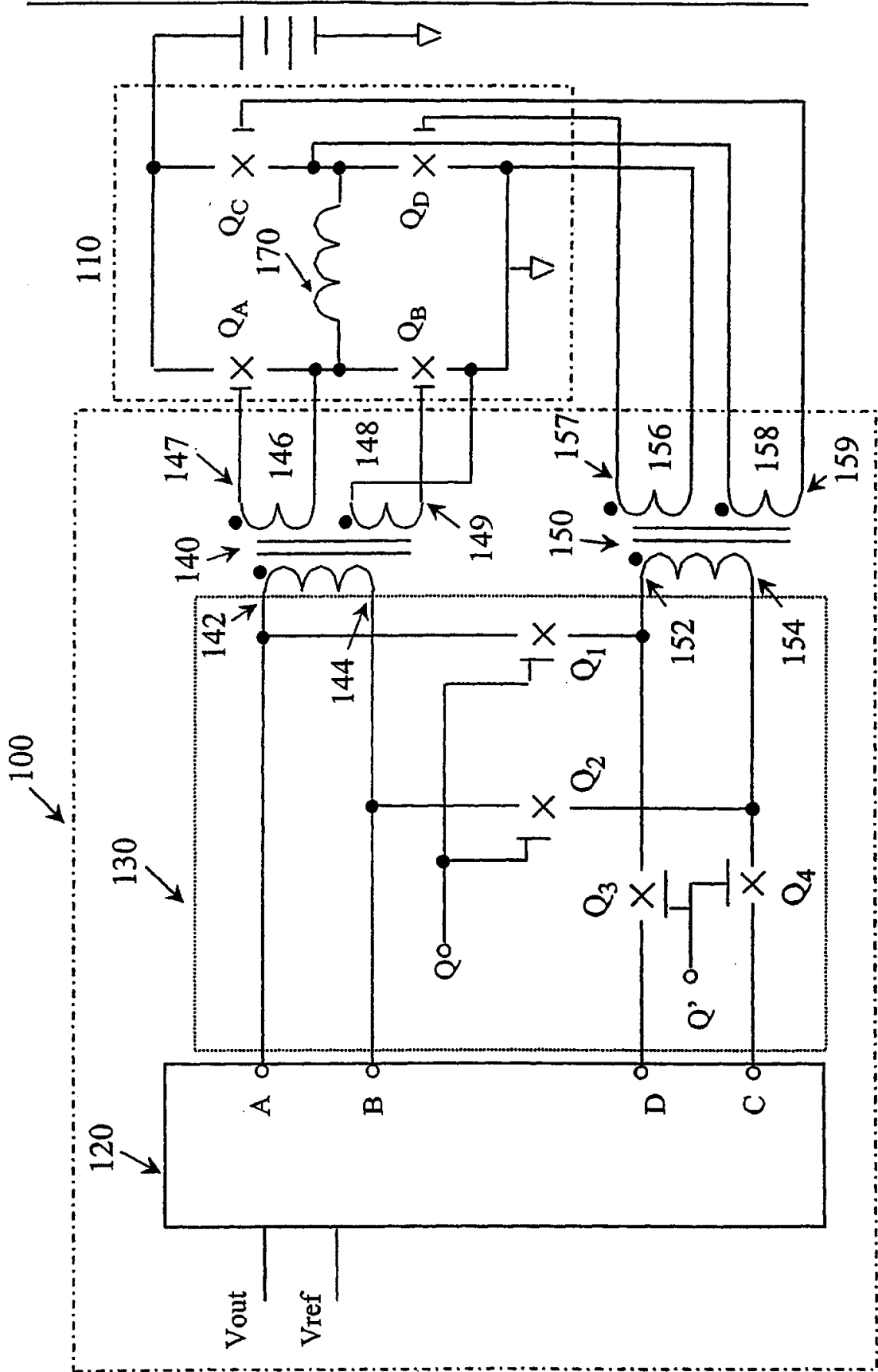


图1

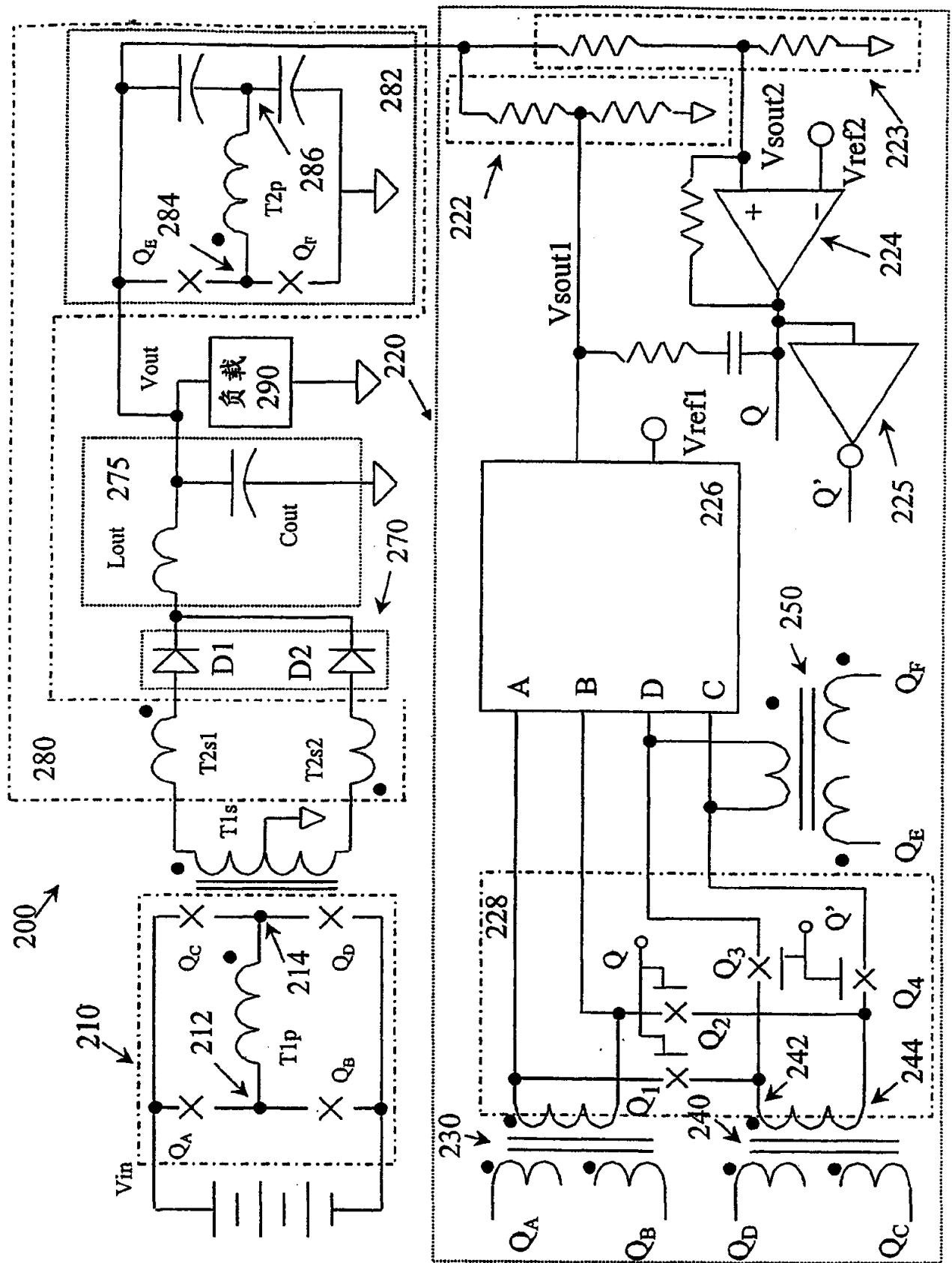


图 2

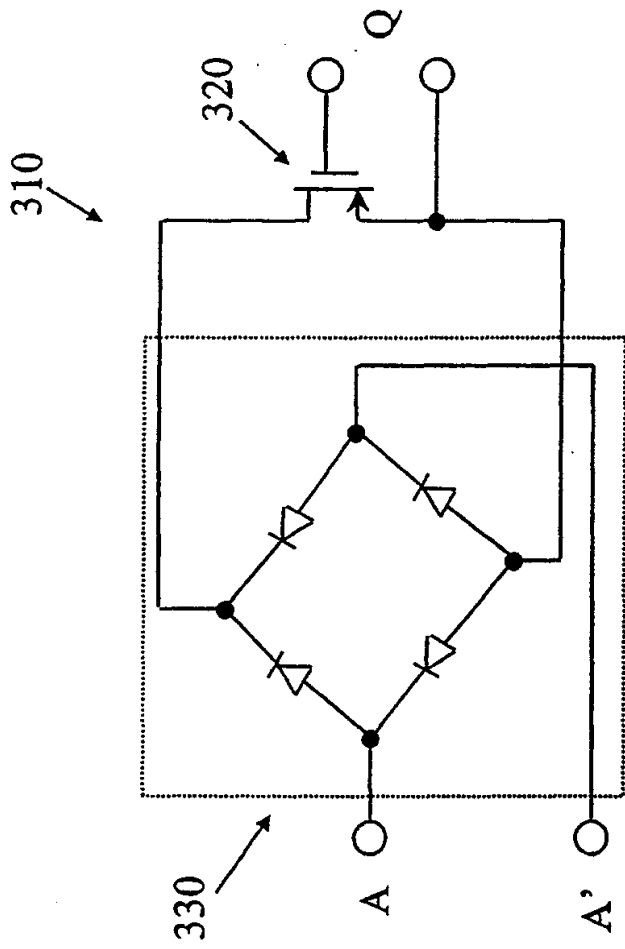


图 3A

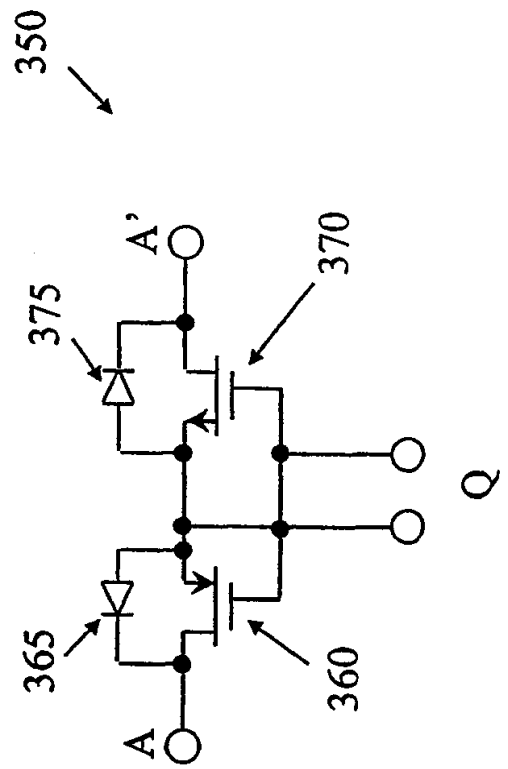


图 3B