



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106533209 B

(45) 授权公告日 2021.01.29

(21) 申请号 201610827173.X

(22) 申请日 2016.09.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106533209 A

(43) 申请公布日 2017.03.22

(30) 优先权数据
14/854,266 2015.09.15 US

(73) 专利权人 电力集成公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 安东尼厄斯·雅克布斯·约翰内斯·维尔纳
马修·大卫·沃特森

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇

(51) Int.Cl.

H02M 7/217 (2006.01)

H02M 3/335 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103327682 A, 2013.09.25

CN 101902137 A, 2010.12.01

CN 101572500 A, 2009.11.04

CN 102377345 A, 2012.03.14

审查员 刘中芳

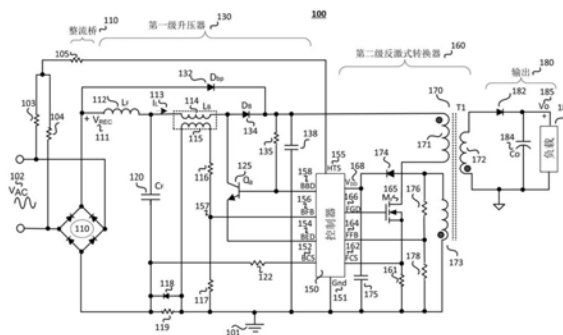
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

两级转换器中的混合升压-旁路转换器以及功率转换器

(57) 摘要

一种升压-旁路转换器包括耦接在该升压-旁路转换器的输入与输出之间的升压电感器。旁路二极管耦接在升压-旁路转换器的输入与输出之间。升压开关元件耦接至升压电感器,且被耦接成在输入电压的每个线路半周期中的第一间隔期间启用,以使升压-旁路转换器的输出处的输出电压升高。升压开关元件被耦接成在所述每个线路半周期中的第二间隔期间停用,使得输出电压朝着输入电压下降。输出电压被耦接成在输入电压的所述每个线路半周期中的第三间隔期间跟随输入电压。在第三间隔期间能量通过旁路二极管在升压-旁路转换器的输入与输出之间传递。



1. 一种用作两级功率转换器中的第一级的升压-旁路转换器,包括:

升压电感器,所述升压电感器耦接在所述升压-旁路转换器的输入与所述升压-旁路转换器的输出之间,其中,所述升压-旁路转换器的输入电压为被耦接成在所述升压-旁路转换器的所述输入处接收的整流输入线路正弦电压;

旁路二极管,所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出之间;以及

耦接至所述升压电感器的升压开关元件,并且所述升压开关元件耦合至所述升压-旁路转换器的所述输出,

其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的多个连续线路半周期的每个线路半周期中的第一间隔期间启用以使所述升压-旁路转换器的所述输出处的输出电压升高,其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期中的第二间隔期间停用,其中,所述升压-旁路转换器的所述输出电压被耦接成当所述升压-旁路转换器的所述输出电压大于所述输入电压时在所述第二间隔期间朝着所述输入电压下降,以及

其中,所述升压-旁路转换器的所述输出电压被耦接成当所述输入电压和所述输出电压大致相等并且所述升压开关元件停用时在所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期的第三间隔期间跟随所述输入电压,其中,在所述第三间隔期间能量通过所述旁路二极管在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述输出之间传递。

2. 根据权利要求1所述的升压-旁路转换器,还包括:

升压输出大容量电容器,所述升压输出大容量电容器耦接至所述升压-旁路转换器的所述输出;以及

升压整流二极管,所述升压整流二极管耦接在所述升压电感器与所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述升压输出大容量电容器之间,其中,所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述升压输出大容量电容器之间,以为所述升压电感器、所述升压开关元件和所述升压整流二极管加设旁路。

3. 根据权利要求1所述的升压-旁路转换器,其中,所述升压开关元件包括双极结型晶体管、即BJT。

4. 根据权利要求1所述的升压-旁路转换器,其中,在所述升压-旁路转换器的所述输出处级联有第二级直流-直流转换器,以将所述升压-旁路转换器的所述输出处的未调节电压转换为所述第二级直流-直流转换器的输出处的经调节的电压。

5. 根据权利要求4所述的升压-旁路转换器,其中,所述第二级直流-直流转换器为反激式转换器。

6. 根据权利要求1所述的升压-旁路转换器,还包括电压模型控制块,所述电压模型控制块被耦接成响应于所述输入电压中的线路零交叉使所述升压开关元件的开关同步。

7. 根据权利要求6所述的升压-旁路转换器,其中,所述电压模型控制块还被耦接成对与所述升压-旁路转换器级联的反激式转换器的反激变压器的辅助绕组中感生的交流脉冲的一部分响应。

8. 根据权利要求6所述的升压-旁路转换器,还包括升压时间调节器,所述升压时间调节器被耦接成接收来自所述电压模型控制块的升压输出电压模型信号,其中,所述升压时

间调节器被耦接成响应于来自所述电压模型控制块的所述升压输出电压模型信号来生成升压运行时间信号,以调节用于使所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述输出电压升高的、所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期的所述第一间隔。

9. 一种功率转换器,包括:

升压-旁路转换器,所述升压-旁路转换器包括:

升压电感器,所述升压电感器耦接在所述升压-旁路转换器的输入与所述升压-旁路转换器的输出之间,其中,所述升压-旁路转换器的输入电压为被耦接成在所述升压-旁路转换器的所述输入处接收的整流输入线路正弦电压;

旁路二极管,所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出之间;以及

耦接至所述升压电感器的升压开关元件,并且所述升压开关元件耦合至所述升压-旁路转换器的所述输出,

其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的多个连续线路半周期的每个线路半周期的第一间隔期间启用以使所述升压-旁路转换器的所述输出处的输出电压升高,其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期中的第二间隔期间停用,其中,所述输出电压被耦接成当所述输出电压大于所述输入电压时在所述第二间隔期间朝着所述输入电压下降,以及

其中,所述输出电压被耦接成当所述输入电压和所述输出电压大致相等并且所述升压开关元件停用时在所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期的第三间隔期间跟随所述输入电压,其中,在所述第三间隔期间能量通过所述旁路二极管在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述输出之间传递;以及

与所述升压-旁路转换器级联的第二级反激式转换器,其中,所述反激式转换器包括耦接至所述升压-旁路转换器的所述输出的输入,其中,所述反激式转换器还包括:

能量传递元件,所述能量传递元件耦接在所述反激式转换器的所述输入与所述反激式转换器的输出之间;

反激开关元件,所述反激开关元件耦接至所述能量传递元件;以及

控制器,所述控制器被耦接成控制所述反激开关元件的开关,以调节能量从所述反激式转换器的所述输入通过所述能量传递元件至所述反激式转换器的所述输出的传递。

10. 根据权利要求9所述的功率转换器,其中,所述升压-旁路转换器还包括:

升压输出大容量电容器,所述升压输出大容量电容器耦接至所述升压-旁路转换器的所述输出;以及

升压整流二极管,所述升压整流二极管耦接在所述升压电感器与所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述升压输出大容量电容器之间,其中,所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述升压输出大容量电容器之间,以为所述升压电感器、所述升压开关元件和所述升压整流二极管加设旁路。

11. 根据权利要求9所述的功率转换器,其中,所述升压开关元件包括双极结型晶体管、即BJT,并且其中,所述反激开关元件包括MOSFET开关。

12. 根据权利要求9所述的功率转换器,其中,所述升压-旁路转换器还包括电压模型控制块,所述电压模型控制块被耦接成响应于所述输入电压中的线路零交叉使所述升压开关

元件的开关同步。

13. 根据权利要求12所述的功率转换器,其中,所述反激式转换器的所述能量传递元件包括反激变压器,所述反激变压器包括初级绕组、次级绕组和辅助绕组,其中,所述电压模型控制块还被耦接成对所述辅助绕组中感生的交流脉冲的一部分响应。

14. 根据权利要求12所述的功率转换器,其中,所述升压-旁路转换器还包括升压时间调节器,所述升压时间调节器被耦接成接收来自所述电压模型控制块的升压输出电压模型信号,其中,所述升压时间调节器被耦接成响应于来自所述电压模型控制块的所述升压输出电压模型信号来生成升压运行时间信号,以调节用于使所述升压-旁路转换器的所述输出处的所述输出电压升高的、所述输入电压的所述多个连续线路半周期的每个线路半周期的所述第一间隔。

两级转换器中的混合升压-旁路转换器以及功率转换器

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及电源,特别地但不排他性地涉及开关模式电源的新拓扑和控制。

背景技术

[0002] 开关模式电源用于需要经调节的直流(dc)电压供其运行的各种家用电器或工业电器。存在各种已知的用于通过使用控制方法来调节电源的输出量(电压或电流)的交流-直流(离线)转换器拓扑,上述控制方法诸如为PWM(脉冲宽度调制)、PFM(脉冲频率调制)或者通断控制/脉冲跳跃。

[0003] 为了与低频(例如60或50Hz)交流(ac)网络对接,通常包括交流-直流前级转换器,以提供与交流网络有效率的功率交换,并且在至交流网络的接口处起功率因数校正(PFC)转换器的作用。

[0004] 两级转换器通常是有利的,并且以前级PFC升压器(作为与交流网络的功率因数校正接口)与直流-直流转换器(作为降压稳压器)级联的方式使用。前级PFC升压器接收通过桥式整流器的经整流的交流正弦波形,并且其通过功率开关的高频(HF)开关来实现以通过电感能量传递元件将能量传递至第二级直流-直流转换器。

发明内容

[0005] 根据本发明的一方面,提供一种用作两级功率转换器中的第一级的升压-旁路转换器,该升压-旁路转换器包括:升压电感器,所述升压电感器耦接在所述升压-旁路转换器的输入与所述升压-旁路转换器的输出之间,其中,所述升压-旁路转换器的输入电压为被耦接成在所述升压-旁路转换器的所述输入处接收的整流输入线路正弦电压;旁路二极管,所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出之间;以及,耦接至所述升压电感器的升压开关元件,其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的每个线路半周期中的第一间隔期间启用以使所述升压-旁路转换器的所述输出处的输出电压升高,其中,所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的所述每个线路半周期中的第二间隔期间停用,其中,所述升压-旁路转换器的所述输出电压被耦接成当所述升压-旁路转换器的所述输出电压大于所述输入电压时在所述第二间隔期间朝着所述输入电压下降,其中,所述升压-旁路转换器的所述输出电压被耦接成当所述输入电压和所述输出电压大致相等并且所述升压开关元件停用时在所述输入电压的所述每个线路半周期的第三间隔期间跟随所述输入电压,其中,在所述第三间隔期间能量通过所述旁路二极管在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述输出之间传递。

[0006] 根据本发明的另一方面,提供一种功率转换器,该功率转换器包括升压-旁路转换器以及与所述升压-旁路转换器级联的第二级反激式转换器,

[0007] 其中,所述升压-旁路转换器包括:升压电感器,所述升压电感器耦接在所述升压-旁路转换器的输入与所述升压-旁路转换器的输出之间,其中,所述升压-旁路转换器的输

入电压为被耦接成在所述升压-旁路转换器的所述输入处接收的整流输入线路正弦电压；旁路二极管，所述旁路二极管耦接在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述升压-旁路转换器的所述输出之间；以及，耦接至所述升压电感器的升压开关元件，其中，所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的每个线路半周期的第一间隔期间启用以使所述升压-旁路转换器的所述输出处的输出电压升高，其中，所述升压开关元件被耦接成在所述输入电压的所述每个线路半周期中的第二间隔期间停用，其中，所述输出电压被耦接成当所述输出电压大于所述输入电压时在所述第二间隔期间朝着所述输入电压下降，其中，所述输出电压被耦接成当所述输入电压和所述输出电压大致相等并且所述升压开关元件停用时在所述输入电压的所述每个线路半周期的第三间隔期间跟随所述输入电压，其中，在所述第三间隔期间能量通过所述旁路二极管在所述升压-旁路转换器的所述输入与所述输出之间传递，

[0008] 其中，所述反激式转换器包括耦接至所述升压-旁路转换器的所述输出的输入，其中，所述反激式转换器还包括：能量传递元件，所述能量传递元件耦接在所述反激式转换器的所述输入与所述反激式转换器的输出之间；反激开关元件，所述反激开关元件耦接至所述能量传递元件；以及，控制器，所述控制器被耦接成控制所述反激开关元件的开关，以调节能量从所述反激式转换器的所述输入通过所述能量传递元件至所述反激式转换器的所述输出的传递。

附图说明

[0009] 参照以下附图描述本发明的非限制性且非穷举性的实施方案，其中，除非另有说明，否则在所有各个视图中相似的附图标记指代相似的部分。

[0010] 图1为示出了根据本发明的教导的两级功率转换器的一个示例的略图，该两级功率转换器包括与第二级反激式转换器级联的、具有混合升压-旁路功能的前级转换器。

[0011] 图2示出了根据本发明的教导的用于前级混合升压-旁路功能的电压和电流波形。

[0012] 图3A示出了根据本发明的教导的用于第一级升压器的控制块的示例。

[0013] 图3B示出了根据本发明的教导的用于与第二级反激式转换器级联的第一级混合升压-旁路功能的控制块的示例。

[0014] 在附图中的所有多个视图中，相应的附图标记指代相应的部件。本领域技术人员将理解，附图中的元件是为了简化和清楚而示出的，而不一定按比例绘制。例如，图中的一些元件的尺寸可能相对于其他元件被夸大，以帮助增进对本发明的各个实施方案的理解。此外，通常并未描绘商业上可行的实施方案中有用的或必要的常见却公知的元件，以便于较少地妨碍对本发明的各个实施方案的查看。

具体实施方式

[0015] 在以下描述中，阐明了许多具体细节以提供对本发明的透彻理解。然而，对本领域普通技术人员而言明显的是，实施本发明无需采用这些具体细节。在其他情况下，为了避免模糊本发明，没有详细描述公知的材料或方法。

[0016] 贯穿此说明书全文提及“一个实施方案”、“一实施方案”、“一个示例”或“一示例”意指，结合该实施方案或示例描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实

实施方案中。因此,贯穿本说明书在各个地方出现的措词“在一个实施方案中”、“在一实施方案中”、“一个示例”或“一示例”未必全都指相同的实施方案或示例。此外,特定的特征、结构或特性可以在一个或多个实施方案或示例中以任何合适的组合和 /或子组合结合。特定的特征、结构或特性可以被包括在集成电路、电子电路、组合逻辑电路或提供所描述功能的其他合适的部件中。此外,将理解的是,随本文提供的图是为了向本领域普通技术人员进行解释,并且这些图未必按比例绘制。

[0017] 如将在下面进一步详细讨论的,公开了针对两级转换器中的混合升压-旁路功能的新颖的拓扑和控制技术。与普通的桥式整流器和大容量电容器相比,根据本发明的教导的示例性第一级升压转换器由于对升压电容的需求量非常小而节省了空间。例如,根据本发明的教导的示例性第一级升压转换器以非标准的升压控制运行,该升压控制通过使第一级升压转换器的升压功能仅在每个半线路周期中的最短需要时间内运行来提供两级转换器的增加的效率。第一级升压转换器在每个半线路周期中运行的最短需要时间由为了向第二级转换器提供足够的输入电压而需要存储在升压输出电容器中的能量的量限定。在升压功能已停止并且第一级升压输出电压下降的时间间隔期间需要存储在升压输出电容器中的能量,这在干线电源的零交叉附近发生。

[0018] 要注意的是,即使第一级升压转换器运行的最短时间使两级转换器的效率增加,但输入处的功率因数(PF)下降。然而,根据本发明的教导仍然可以优化第一级升压转换器的运行时间以平衡以下两个目标:(1)相对于“标准”高PF升压转换器增加效率;以及(2)保持满足必须要求的最小功率因数。实际上,利用根据本发明的教导的具有混合升压-旁路功能的示例性两级转换器,仍然获得 $PF \approx 0.7$ 的功率因数,然而在具有桥式整流器和大容量电容器的典型反激式转换器中,功率因数通常降低至 $PF \approx 0.5$ 的功率因数。

[0019] 为了说明,图1示出了根据本发明的教导的两级功率转换器100的一个示例,该两级功率转换器包括与第二级反激式转换器级联的、具有混合升压-旁路功能的前级升压转换器。功率转换器100包括整流桥110,该整流桥被耦接成在输入处接收 V_{AC} 102并且生成参考接地参考101的整流输出 V_{REC} 111。与输入交流线路并联的两个电阻器103和104形成中心点,该中心点通过第三电阻器105耦接至控制器150的端子155HTS,以追踪输入线路正弦电压并使线路半周期上的特定时间点与零交叉同步。全波正弦整流电压 V_{REC} 111被施加至可选的滤波电感器 L_F 112和滤波电容器 C_F 120。

[0020] 在一个示例中,升压开关元件为双极结型晶体管BJT Q_B 125,该双极结型晶体管接收来自控制器端子BBD(升压基极驱动)158的基极驱动控制信号。在耦合电感器115上监测施加至升压电感器 L_B 114的铁芯的升压电感器电流 I_L 113,以通过在电阻分压器117和116上检测电感器零电流来生成升压反馈BFB 156(以控制升压临界导通模式,CrM)。

[0021] 在返回线路处在感测电阻器119上对升压电流进行感测,并且将该升压电流通过串联电阻器122施加至控制器150的端子BCS 152。在电流过大的情况下,二极管118的正向压降(例如0.6V)可以限制感测电阻器119和BCS端子上的压降。要理解的是,在此示例中,控制器150还包括发射极驱动,该发射极驱动控制通过与端子BED 154串联的内部开关的发射极电流。控制器150的接地端子Gnd 151参考主要电源地101。

[0022] 大容量电容器138两端的第一级升压器130输出电压被施加至第二级反激式转换器160。用于第二级反激式转换器的控制信号被包括在控制器 150中,并且参考耦接至控制

器接地端子Gnd 151的主要地101。

[0023] 如所描绘的示例中所示,第一级升压器130被耦接成接收来自桥式整流器110的全波整流正弦电压波形 V_{REC} 111。第一级升压转换器130的主要部件包括:升压电感器 L_B 114、为双极结型晶体管 Q_B 125的升压开关元件、升压二极管 D_B 134以及升压输出大容量电容器138。通过滤波电容器120将高频HF开关噪声旁路掉。耦合电感器114和115可以在电阻分压器116和117上检测 I_L 113的零电感器电流。来自节点157的零电感器电流信号耦接至控制器150的升压反馈端子BFB 156,以为第一级升压器 130提供临界导通运行模式。

[0024] 要注意的是,第一级升压器通常可以用于在输入线路端子处提供功率因素校正PFC,并且通常耦接至低频正弦交流网络。然而,在所公开的根据本发明的教导的示例性两级转换器中,公开了第一级升压器的非标准控制,该非标准控制可以提供除升压转换器的传统PFC运行之外的额外益处。旁路二极管 D_{bp} 132在其它解决方案中通常用作对主升压二极管 D_B 134的保护,以旁路掉启动时的涌入电流为升压输出大容量电容器(例如电容器138)充电,或箝制原本会损害输入部件(诸如桥式整流器110或滤波电容器120)的任何输入浪涌。

[0025] 通过二极管 D_{bp} 132旁路掉浪涌电流可以在涌入电流期间保护主升压二极管 D_B 134。主升压二极管 D_B 134通常是具有低正向压降的快速二极管(例如肖特基、SiC或其它快速类型二极管),这样的二极管可能在任何涌入或浪涌电流期间受损害。在所公开的前级升压器130的示例性非标准运行中,旁路二极管 D_{bp} 132以不同的方式起作用,并且在每个线路半周期的主要部分中始终导通,如下面将在图2的波形中描述的。

[0026] 要理解的是,控制器150向升压双极型晶体管开关 Q_B 125提供双驱动,以驱动来自端子BBD(升压基极驱动) 158的升压晶体管基极控制信号以及来自控制器150的端子154的升压晶体管发射极驱动BED。在一些示例中,升压晶体管开关 Q_B 125的基极上的电阻器135可以在启动期间起上拉电阻器的作用。

[0027] 在升压大容量电容器138两端的第一级升压器130的输出电压与反激能量传递元件并联地被施加至第二级反激式转换器160,该反激能量传递元件被描绘为变压器T1 170。反激能量传递元件T1 170实际上为耦合电感器,其通常被称为反激变压器。初级绕组171与反激开关元件(例如, Mosfet M_F 165)串联,该反激开关元件接收控制器150的端子FGD 166上的栅极控制信号。

[0028] 反激变压器T1 170具有初级绕组171、次级绕组172以及辅助绕组 173。辅助绕组173通过可选的按比例缩减的电阻分压器176/178在控制器 150的端子164上提供反激反馈信号FFB。此外,辅助绕组173通过整流二极管174和电容器175在端子 V_{DD} 168上向控制器提供直流电源。

[0029] 通过辅助绕组173提供的所有控制信号和控制器电源 V_{DD} 168均参考控制器地151,该控制器地可以耦接至主要地101。来自反激输出的反激反馈信息通过T1 170上的辅助绕组173、在电阻分压器176和178上作为交流信号被重新得到。端子164FFB上的该交流信号携带双重信息至控制器150。该交流脉冲的负部分(由于绕组171和173的相反卷绕方向)提供为升压输出电压的反激输入电压信息。

[0030] 来自辅助绕组173的交流脉冲的正部分表示在反激开关元件160的断开时间期间传递至次级绕组172的能量(由于绕组171和172的方向相反)。交流脉冲的该正部分生成反

激反馈信号用于输出电压调节。在控制器150的端子FCS 162上在反激电流感测电阻器161上感测反激开关电流。控制器150通过处理所有的感测信号来生成用于升压开关元件 Q_B 125 的驱动信号BBD 158以及用于反激开关元件 M_F 165的驱动信号FGD 166。

[0031] 图2示出了根据本发明的教导的用于具有混合升压-旁路功能的第一级转换器的电压和电流波形。横轴示出了以正弦线路周期为刻度的、针对多个连续的半线路周期(例如, $T_L/2$ 212和213)的时间210。上部曲线图 200的纵轴示出了第一级升压转换器的输出电压 $V_{升压}$ 220,该输出电压为图1中的电容器138上存在的电压。下部曲线图250的纵轴示出了通过第一级升压转换器的传导电流 $I_{传导}$ 240。

[0032] 第一级升压转换器输出电压 $V_{升压}$ 220由三个不同的部分构成,这三个不同的部分即:224(第一间隔 τ_B 215,升压进行)、226(第二间隔 $\tau_{停止}$ 216,升压停止)以及222(第三间隔 τ_{bp} 214,旁路二极管导通)。

[0033] 从线路周期的零交叉处的时间 t_0 202到预定的固定时间 t_1 203(在一个示例中,其是为线路周期的3/32的部分),升压开关停止(停用)并且第一级输出电压 $V_{升压}$ 下降(向下倾斜226)。在时间 t_1 203,在升压输出电压上的点A 229、在升压输出电压 $V_{升压}$ 达到输入整流正弦电压 V_{REC} 221(图 1中的 V_{REC} 111)之前,测量升压输出电压在此特定时间的值 V_{Reg} ,并将其与被称为“升压目标” V_{BT} 230的预定期望升压电压比较。

[0034] 如果 $V_{Reg} > V_{BT}$,表明从 t_3 205到 t_4 206的升压时间间隔(升压进行时间215)大于所需要的,并且 $V_{升压}$ 已上移(过升压)。为了调节回来,升压进行时间215将减少。另一方面,如果 $V_{Reg} < V_{BT}$,表明从 t_3 205到 t_4 206的升压时间间隔(升压进行时间215)小于所需要的,并且 $V_{升压}$ 已下移(欠升压)。为了调节回来,升压进行时间215将增加。

[0035] 当第一级输出电压 $V_{升压}$ 达到输入整流正弦电压 V_{REC} 221时,升压输出电压等于输入整流正弦电压,并且旁路二极管(有时被称为浪涌二极管) D_{bp} 132变得正向偏置导通。在时间间隔 τ_{bp} 中,即从 t_2 204到时间 t_3 205,升压输出电压跟随输入整流正弦电压 V_{REC} 221,使得升压输出电压和输入整流正弦电压 V_{REC} 221在时间间隔 τ_{bp} ——即从 t_2 204到时间 t_3 205——期间大致相等或几乎相等。

[0036] 从时间 t_3 205到时间 t_4 206的持续时间被称为升压进行时间间隔215,在该段时间,第一级升压转换器响应于来自升压控制器的升压命令运行,并使第一级升压输出电压 $V_{升压}$ 升高(斜升部分224)。第一级升压转换器 130运行持续时间 τ_B 215,这由如上所述的那样控制 V_{reg} 229的“升压时间调节器”控制块(例如图3中的控制块397)控制。 $V_{升压}$ (斜升部分224) 在 t_4 处的最大振幅不应超过“升压最大”电压电平234。

[0037] 在升压进行时间间隔 τ_B 215之后,在时间 t_4 206,升压控制器停止至升压开关元件(图1中的 Q_B 125)的开关信号。当升压开关元件 Q_B 125 停用并且停止开关时,第一级输出电压 $V_{升压}$ 斜降226(释放升压大容量电容器138中的能量)。 $V_{升压}$ 226的斜降继续并且通过零交叉点 t'_0 207,直到其达到命令升压时间调节的下一个半线路周期测量点 t'_1 208,然后在时间 t'_2 209处再次达到输入整流正弦电压 V_{REC} 221。

[0038] 下部曲线图250介绍了在上部曲线图200的半线路周期期间通过第一级升压转换器的传导电流, $I_{传导}$ 240。只要升压已停止并且升压输出大容量电容器138中的能量正在释放(从线路零交叉 t_0 202到时间 t_2 204,在升压输出电压 $V_{升压}$ 达到输入整流正弦电压 V_{REC} 221之前),没有电流经过第一级升压转换器。

[0039] 从时间 t_2 204到 t_3 205,当旁路(浪涌)二极管 D_{bp} 132导通时,第一级升压转换器中的电流242斜降直至该电流达到零,并且其可以在短间隔 244内保持为零,而输出负载能量仅通过升压输出大容量电容器138提供。此时间间隔的持续时间被表示为旁路二极管导通 τ_{bp} 214。

[0040] 从时间 t_3 205到 t_4 206,当升压开关被启用并且开始起作用时,升压输出电压斜升(224)并且经调节的电流246通过第一级升压转换器被传送至第二级反激式转换器。此时间间隔的持续时间被表示为升压进行 τ_B 215。当第一级升压转换器停止开关并且升压输出电压斜降(226)时,没有电流通过第一级升压转换器传导。此时间间隔的持续时间被表示为升压停止 $\tau_{停止}$ 216。

[0041] 图3A示出了根据本发明的教导的用于第一级升压器的控制块的示例。图3A中介绍的控制块和控制信号与第一级升压转换器相关。所有的控制块和控制信号均参考耦接至主要地301的接地线,Gnd线361。

[0042] 来自控制器150的端子155(如图1中所示)的信号HTS 355接收输入交流线路的信息,该信息在干线电源同步控制块390中被处理。干线电源同步控制块390生成两个输出信号。开始升压信号392与交流线路零交叉同步,并且将第一级升压开关功能的开始时间限定在线路正弦半周期的特定时间点(例如,图2中的点B)处。来自干线电源同步控制块390的第二信号为采样信号391,该采样信号用于限定采样时间(图2中的点A 229,在一个示例中是零交叉后的为线路周期的3/32的部分)以测量升压输出电压并将其与升压目标电压比较。

[0043] 反激反馈端子FFB 364耦接至反激变压器的辅助绕组(图1中的 173),并且传递在辅助绕组上生成的交流信号,其中此交流信号的负部分表示至第二级反激式转换器(图1中的160)的输入电压,或者换言之,此交流信号的负部分为第一级升压器(图1中的130)的输出电压。

[0044] 采样信号391以信号告知被称为“ $V_{升压}$ 模型”393的电压模型控制块进行采样和通过干线电源同步块390在与线路零交叉同步的采样时间处测量升压转换器输入电压。升压输出电压信息通过信号FFB 364接收。

[0045] 电压模型控制块“ $V_{升压}$ 模型”393生成去往“升压时间调节器”块 397的采样 $V_{升压}$ 信号394。“升压时间调节器”块397通过从“ $V_{升压}$ 模型”控制块393接收采样 $V_{升压}$ 信号394,将采样升压电压394与从“目标升压电压”块395接收的目标升压电压396进行比较,并且基于差值来调节升压时间(例如,升压进行持续时间 τ_B 215)。

[0046] 通过“干线电源同步”块390生成去往控制块“升压时间调节器”397的信号“开始升压”392,升压开始时间被限定且同步。通过接收“开始升压”信号392并且将来自“ $V_{升压}$ 模型”块393的采样 $V_{升压}$ 信号394与来自“升压目标”块395的期望值信号396相比,“升压时间调节器”块397生成“升压运行时间”信号398。“升压运行时间”信号398可以调节(调整)用于下一个线路半周期的升压时间——即图2中的“升压进行”持续时间 τ_B 215,以补偿与升压输出电压的期望或目标值的偏差。调节过程可能会相当慢,占用多达若干线路周期。

[0047] 来自“升压时间调节器”397的输出信号398“升压运行时间”被耦接至“升压BJT控制”块399中的BJT驱动器,以为了第一级转换器的升压功能控制BJT升压开关元件(图1中的 Q_B 125)运行。通过接收来自端子352(图1中的152)的升压电流感测信号和来自端子BFB 356的升压反馈信号,“升压BJT控制”块399生成用于升压基极驱动器(端子358;图1中的

158) 和给升压发射极驱动器 (端子354;图1中的154) 的控制信号。“升压时间调节器”块397和“升压BJT控制”块399可以控制或调节升压开关元件运行时间 (例如,第一级升压进行时间 τ_B 215)。升压开关元件运行时间可以控制图2中的升压输出电压的峰点225,然后该升压输出电压趋于向预定的目标升压电压回落。在一个示例中,要理解的是,BJT升压开关元件可以有利的通过至BJT开关元件的基极端子和发射极端子的独立驱动信号受控制。

[0048] 图3B示出了根据本发明的教导的用于与第二级反激式转换器的示例级联的第一级升压-旁路转换器 (具有所谓的混合升压-旁路功能) 的控制块的示例。

[0049] 图3B中的略图300展示了在由级联的第一级升压转换器和第二级反激式转换器构成的两级功率转换器中的控制器耦接的更多细节。根据本发明的教导,第一级或前级升压转换器包括非传统或非标准的具有混合升压-旁路功能的运行。第二级反激式转换器接收第一级升压器的未调节的输出电压并生成经调节的反激输出电压。功率转换器300包括整流桥310,该整流桥被耦接成从输入线路接收 V_{AC} 302并在输入滤波电容器320两端生成整流电压 V_{REC} 311。

[0050] 输入电压通过电阻器305施加至控制器350的端子HTS 355。在不同的示例中,要理解的是,端子HTS 355可以耦接至交流输入电压 V_{AC} (例如,如图1中所示出的),或耦接至整流输入电压 V_{REC} (例如,如图3B 中所示出的)。升压电感器 L_B 312具有耦接至控制器端子BFB 356的第二绕组315,该控制器端子BFB作为升压反馈信号对电感器电流 I_L 313的零电流进行检测以进行升压运行的临界导通模式 (CrM) 控制。如图1中所解释的,升压开关元件 Q_B 325通过分别来自端子BBD 358和BED 354的基极驱动信号和发射极驱动信号受控制,以用于升压进行间隔 (例如,图 2中的持续时间 τ_B ,246) 期间的升压行为。在升压进行间隔 τ_B 期间,升压输出电容器338通过升压二极管 D_B 334进行充电。然而,在旁路二极管 D_{bp} 导通间隔 (图2中的持续时间 τ_{bp} ,214) 期间,升压输出电容器338通过旁路二极管 D_{bp} 314直接从输入线路进行充电,其中该旁路二极管 D_{bp} 导通间隔在升压开关已停止并且升压输出电压已下降并正跟随线路正弦波形 (图2中的222跟随 V_{REC} 221) 时发生。

[0051] 在升压停止间隔 (图2中的持续时间 $\tau_{停止}$,216) 期间,没有电流或能量传递至升压输出电容器338,并且升压输出电容器338放电或朝着线路正弦电压斜降 (图2中的226)。

[0052] 电容器338两端的第一级升压输出电压被施加至反激变压器370。反激变压器370的初级绕组371耦接至反激开关元件,该反激开关元件在一个示例中可以为MOSFET开关 M_F 365。在参考主要地301的感测电阻器363 上感测通过反激开关元件的电流,并且该电流通过控制器350的端子FCS 362耦接至“反激控制”块389。反激开关元件365的控制端子 (例如,栅极端子) 耦接至控制器350的端子FGD 366,并接收来自反激控制块389 的反激栅极驱动信号,以响应于反激反馈信号FFB 364和反激电流感测信号FCS 362执行开关,从而通过次级绕组372调节输出电路380上的反激输出。

[0053] 反激变压器370上的辅助绕组373在控制器350的端子364上提供用于反激式转换器的反馈信号FFB。来自辅助绕组373的信号FFB 364为交流脉冲,其负部分提供为升压输出电压的反激输入电压信息。由于次级绕组372和辅助绕组373相对于初级绕组371具有相反的方向,来自辅助绕组373的交流FFB信号的正部分表示在反激开关元件365的断开时间期间传递至次级绕组372的能量,并且用于反激输出电压和电流调节。

[0054] 用于控制器350的不同控制块的直流电源也经由辅助绕组373、通过增加整流二极

管374和跨接于端子V_{DD} 368的电容器375来生成,并且该直流电源参考主要地301。辅助绕组373和用于控制器350的所有控制信号均参考接地母线361和主要地301。

[0055] 在一个示例中,图3B中示出的升压控制块“干线电源同步”390、“V_{升压}模型”393、“目标升压电压”395、“升压时间调节器”397以及“升压BJT控制”399具有与图3A中示出的它们的对应升压控制块相同的功能。

[0056] 以上对本发明的所示出示例的描述,包括摘要中所描述的内容,并不旨在是穷举性的或对所公开的确切形式进行限制。尽管在本文中出于例示目的描述了本发明的具体实施方案和示例,但是在不偏离本发明的较宽泛的精神和范围的前提下,各种等同修改都是可能的。实际上,要理解的是,具体的电压、电流、频率、功率范围值、时间等均是出于说明目的而提供的,且根据本发明的教导,在其它实施方案和示例中还可以采用其他值。根据以上的详细描述,可以对本发明的示例进行这些修改。所附权利要求书中使用的术语不应被解释为将本发明限制于说明书和权利要求书中公开的具体实施方案。相反,范围完全由所附权利要求书确定,而权利要求书应根据既定的权利要求解读原则进行解释。相应地,本说明书和附图应被视为说明性的而非限制性的。

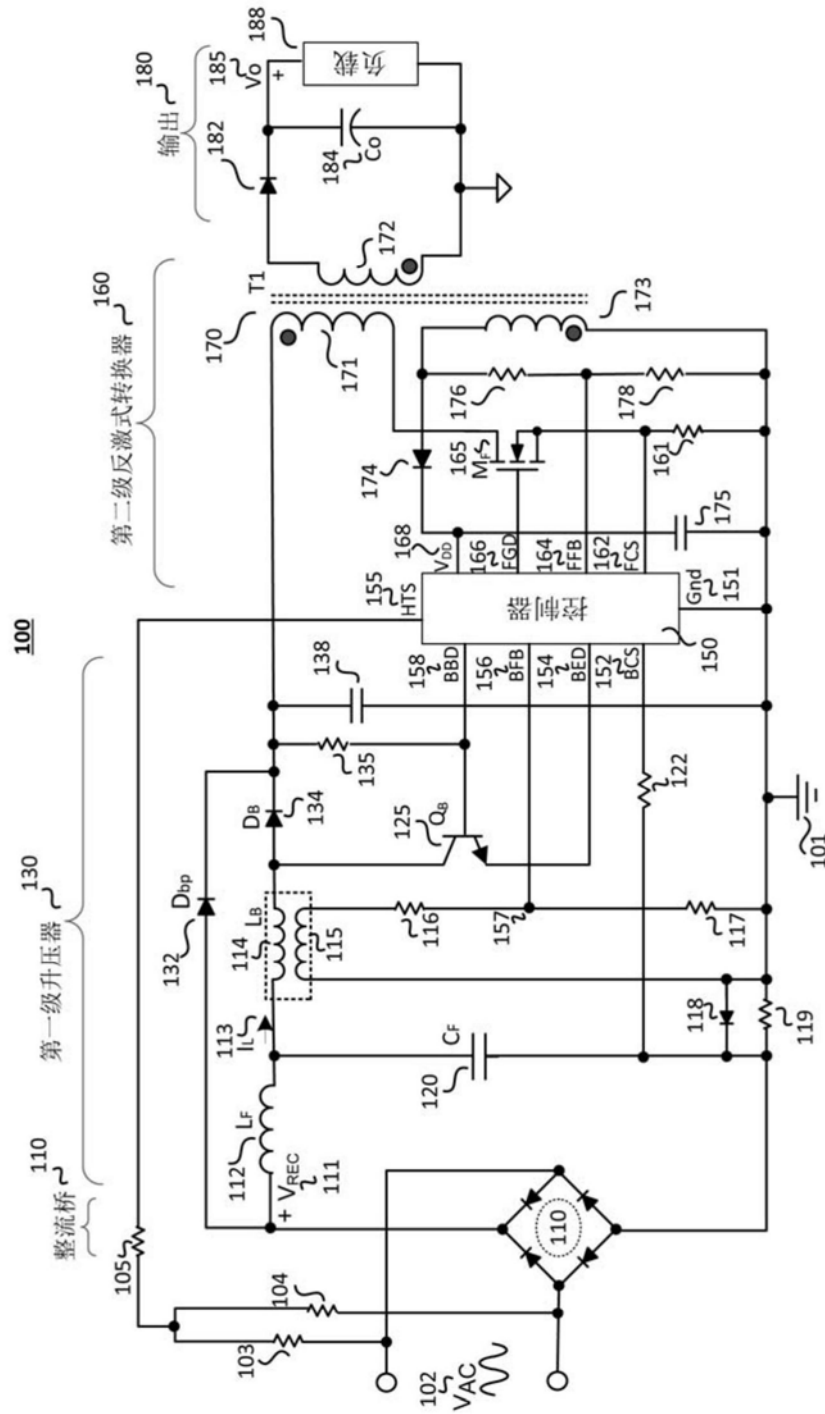


图1

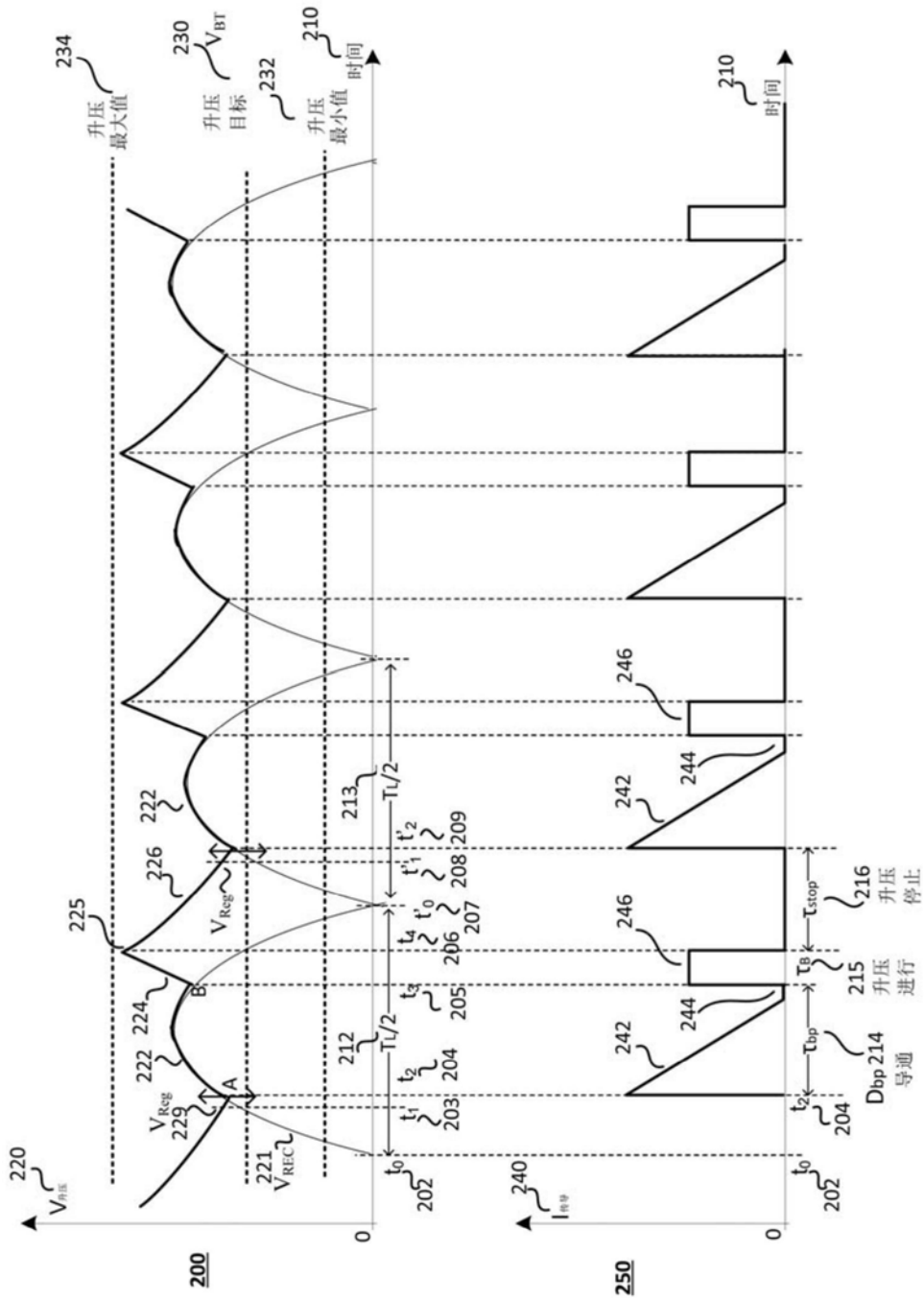


图2

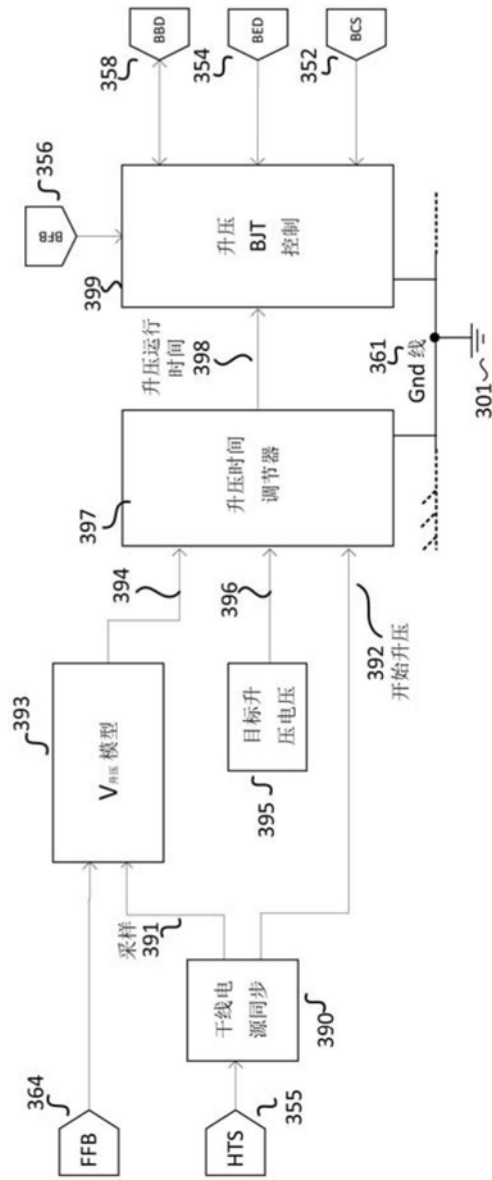


图3A

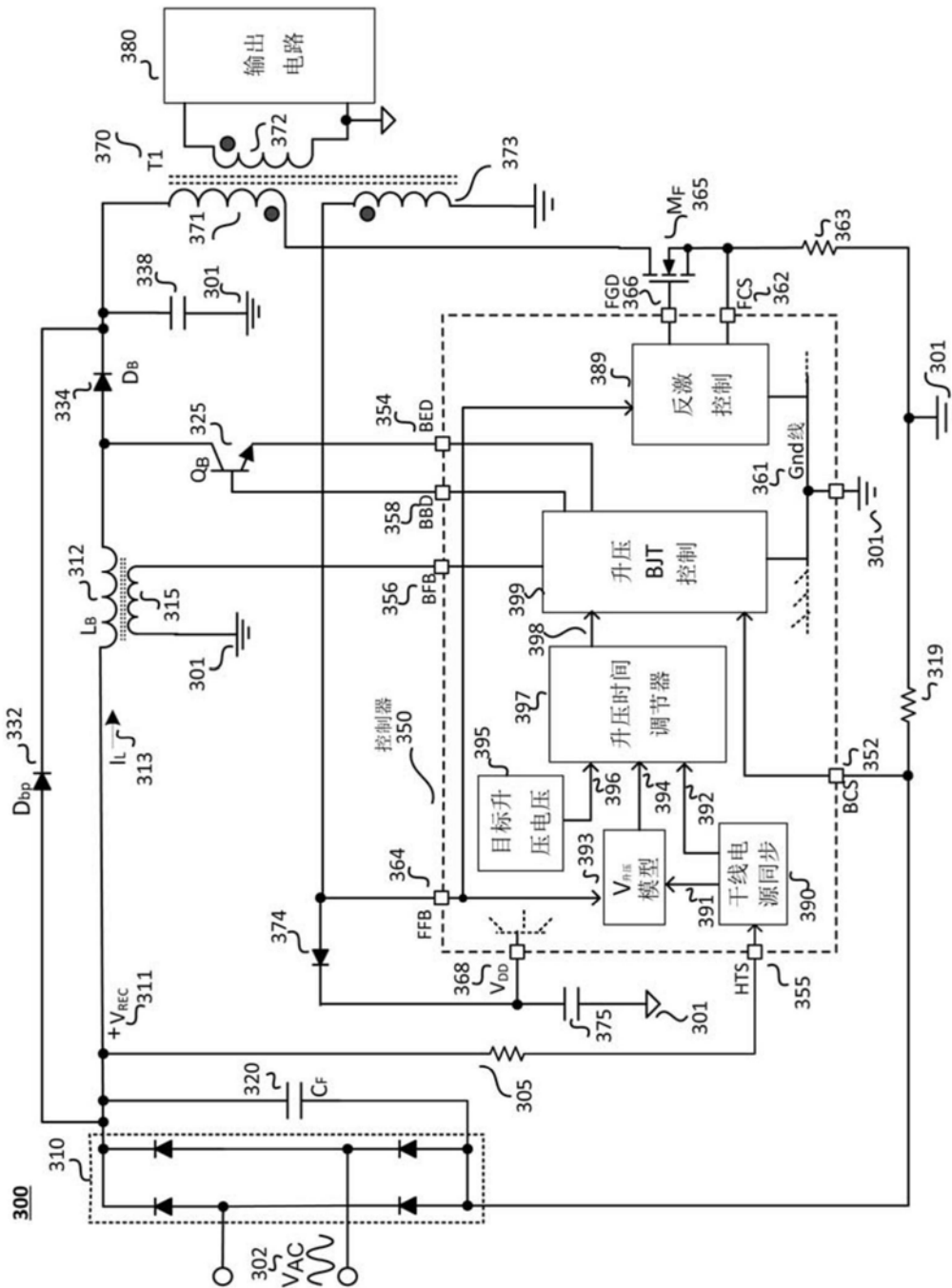


图3B