



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102148569 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201110034627. 5

(22) 申请日 2011. 01. 31

(30) 优先权数据

12/703, 108 2010. 02. 09 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 Y·迦诺基 M·毛

D·M·H·马修斯 T·帕斯通

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限

公司 11285

代理人 徐燕 杨勇

(51) Int. Cl.

H02M 3/335 (2006. 01)

H05B 37/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008/0246446 A1, 2008. 10. 09, 说明书第 0035 段至 0048 段及附图 5-6.

CN 1466808 A, 2004. 01. 07, 全文.

审查员 郭星

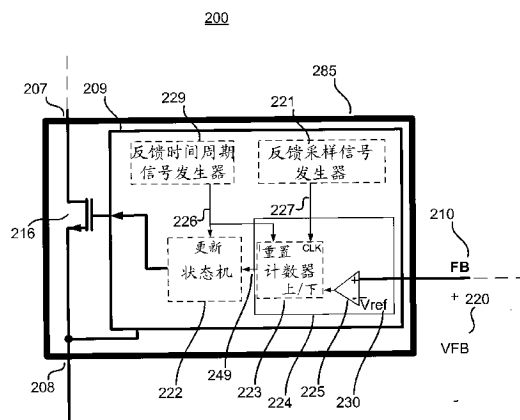
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于控制具有低回路带宽的功率转换器的方法和设备

(57) 摘要

公开了一种功率转换器控制器。示例性的功率转换器控制器包括反馈传感器电路，其被连接以接收代表功率转换器的输出的反馈信号。该控制器还包括反馈采样信号发生器，其被连接以产生反馈采样信号，该信号被连接以被反馈传感器电路接收。反馈传感器电路被连接以响应于反馈采样信号对反馈信号采样。该控制器还包括状态机，其连接至反馈传感器电路以根据响应于反馈传感器电路的多个运行状况状态中的一个控制功率转换器的开关的切换。该控制器同样包括反馈时间周期信号发生器，其被连接以产生反馈时间周期信号，该信号被连接以被状态机接收。其中反馈时间周期信号的周期基本大于反馈采样信号的周期。状态机被连接以响应于反馈时间周期信号而被更新。



1. 一种用于功率转换器的控制器,包括:

反馈传感器电路,其被连接以接收代表所述功率转换器的输出的反馈信号;

反馈采样信号发生器,其被连接以产生反馈采样信号,该反馈采样信号被连接以被所述反馈传感器电路接收,其中所述反馈传感器电路被连接以响应于所述反馈采样信号而对所述反馈信号采样;

状态机,其被连接至所述反馈传感器电路以根据响应于所述反馈传感器电路的多个运行状况状态中的一个来控制所述功率转换器的开关的切换;以及

反馈时间周期信号发生器,其被连接以产生反馈时间周期信号,该反馈时间周期信号被连接以被所述状态机接收,其中所述反馈时间周期信号的周期基本大于所述反馈采样信号的周期,其中所述反馈时间周期的起始点和结束点是基于代表所述功率转换器的输出的所述反馈信号确定的,其中所述状态机被连接以响应于所述反馈时间周期信号而被更新,

其中所述开关的切换被连接以控制从所述功率转换器的输入到所述功率转换器的输出的能量传递,以使流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

2. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述反馈采样信号的频率基本等于所述开关的切换频率。

3. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述代表所述功率转换器的输出的反馈信号代表了流过所述功率转换器的输出的电流。

4. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述代表所述功率转换器的输出的反馈信号代表了所述功率转换器的输出的电压。

5. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的接通时间。

6. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的切换频率。

7. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述反馈时间周期信号的周期是至少比所述反馈采样信号的周期长320倍。

8. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的ac电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

9. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述反馈传感器电路包括连接至具有第一阈电平的第一阈电平检测电路的计数器,所述第一阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

10. 根据权利要求9所述的控制器,其中所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于其间所述反馈信号每两次跨越所述第一阈电平的时间周期。

11. 根据权利要求9所述的控制器,其中所述计数器被连接以响应于处于反馈采样频率的反馈采样信号时钟而被计时。

12. 根据权利要求9所述的控制器,其中所述计数器被连接以响应于所述反馈信号和第一状态的第一阈电平的比较的输出,而被所述第一阈电平检测电路增量递增。

13. 根据权利要求12所述的控制器,其中所述计数器被连接以响应于所述反馈信号和第二状态的第一阈电平的比较的输出,而被所述第一阈电平检测电路增量递减。

14. 根据权利要求 9 所述的控制器,其中所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而设定运行状况状态,以控制所述功率转换器的开关的切换。

15. 根据权利要求 14 所述的控制器,其中所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾设定下一运行状况状态。

16. 根据权利要求 14 所述的控制器,其中所述状态机被连接以维持一个运行状况状态直到所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾。

17. 根据权利要求 9 所述的控制器,其中所述计数器被连接以在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾被重置。

18. 根据权利要求 9 所述的控制器,其中所述反馈传感器电路还包括具有第二阈电平的第二阈电平检测电路,所述第二阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

19. 根据权利要求 18 所述的控制器,还包括逻辑,该逻辑被连接至所述状态机以响应于所述反馈信号与所述第二阈电平的比较,而中止所述状态机切换功率转换器电路的开关。

20. 一种功率转换器,包括:

能量传递元件,其连接在所述功率转换器的输入和所述功率转换器的输出之间,其中所述功率转换器的输入被连接至 ac 电压源以及其中所述功率转换器的输出被连接至负载;

开关,其连接至所述能量传递元件;以及

控制器,其连接至所述开关,该控制器被连接以接收代表所述功率转换器的输出的反馈信号,以响应于所述反馈信号以控制所述开关的切换,从而控制能量从电源的输入到所述功率转换器的输出的传递,所述控制器包括:

反馈传感器电路,其被连接以接收所述反馈信号;

反馈采样信号发生器,其被连接以产生反馈采样信号,该反馈采样信号被连接以被所述反馈传感器电路接收,其中所述反馈传感器电路被连接以响应于所述反馈采样信号,以反馈采样频率从所述反馈信号采样反馈信息;

状态机,其连接至所述反馈传感器电路以根据响应于所述反馈传感器电路的多个运行状况状态中的一个来控制所述开关的切换;以及

反馈时间周期信号发生器,其被连接以产生反馈时间周期信号,该反馈时间周期信号被连接以更新所述状态机,其中所述反馈时间周期信号的周期基本大于所述反馈采样信号的周期,其中所述反馈时间周期的起始点和结束点是基于代表所述功率转换器的输出的所述反馈信号确定的,其中所述状态机被连接以维持一个运行状况状态,直到所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾为止,

其中所述开关的切换被连接以控制能量的传递,以使流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

21. 根据权利要求 20 所述的功率转换器,其中所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

22. 根据权利要求 20 所述的功率转换器,其中所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的接通时间。

23. 根据权利要求 20 所述的功率转换器,其中所述多个运行状况状态中的每一个均包

括基本固定的切换频率。

24. 根据权利要求 20 所述的功率转换器,其中所述反馈传感器电路包括计数器,该计数器被连接以接收所述反馈采样信号,其中所述反馈传感器电路还包括具有第一阈电平的第一阈电平检测电路,所述第一阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

25. 根据权利要求 24 所述的功率转换器,其中所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于其间反馈信号每两次跨越所述第一阈电平的时间周期。

26. 根据权利要求 24 所述的功率转换器,其中所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而设定运行状况状态,以控制所述功率转换器的开关的切换。

27. 根据权利要求 24 所述的功率转换器,其中所述反馈传感器电路还包括具有第二阈电平的第二阈电平检测电路,所述第二阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

28. 根据权利要求 27 所述的功率转换器,还包括逻辑,该逻辑被连接以响应于所述第二阈电平检测电路,中止所述状态机切换所述开关。

29. 根据权利要求 24 所述的功率转换器,其中所述计数器被连接以在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾被重置。

30. 一种用于控制功率转换器的方法,包括:

以反馈采样频率从代表所述功率转换器的输出的反馈信号采样反馈信息;

比较所采样的反馈信息与第一阈电平;

响应于所述所采样的反馈信息与所述第一阈电平的比较,以所述反馈采样频率的速率调节一个值;以及

在反馈时间周期信号的每一周期的结尾响应于所述值,设定用于切换所述功率转换器的开关的运行状况,从而控制能量从所述功率转换器的输入传递至所述功率转换器的输出,其中所述反馈时间周期信号的功率基本小于所述反馈采样频率,

其中流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,还包括在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾重置所述值。

32. 根据权利要求 31 所述的方法,还包括在所述反馈时间周期信号的下一周期的结尾响应于所述值,设定用于切换所述功率转换器的开关的下一运行状况。

33. 根据权利要求 30 所述的方法,其中设定用于切换开关的运行状况,包括为所述反馈时间周期信号的周期设定基本固定的接通时间。

34. 根据权利要求 30 所述的方法,其中设定用于切换开关的运行状况,包括为所述反馈时间周期信号的周期设定基本固定的切换频率。

35. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述反馈时间周期信号的周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

36. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述反馈采样频率基本等于所述开关的切换频率。

37. 根据权利要求 30 所述的方法,还包括:

将所采样的反馈信息与第二阈电平比较;以及

当所述所采样的反馈信息大于所述第二阈电平时,中止切换所述开关。

用于控制具有低回路带宽的功率转换器的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明一般涉及电源,更具体而言,涉及具有低回路带宽的电源。

背景技术

[0002] 通常使用电源以将插座提供的交流(“ac”)电转换为直流(“dc”),以提供给电学装置或负载。电源设计的一个重要考虑在于从交流功率源获得的输入电流相对于交流输入电压波形的形状和相位。干线 ac 源的电压波形是标称的正弦波形。但是,由于 ac 源上存在的许多开关电源的非线性负载,所以由电源从 ac 源获得的电流波形是非正弦的和/或具有与 ac 源的电压波形不同相位。这使得 ac 干线配电系统的损耗增加,以及,在当前的世界上的许多地方,电厂确保由电源所获得的电流为正弦且与 ac 电压波形同相已成为法定的或自发的要求的主题。

[0003] 以这种方式校正输入电流波形被称为功率因数校正(PFC)。如果输入 ac 电流和电压波形是正弦的且完全同相,则电源的功率因数为 1。换言之,功率因数校正后的输入将使 ac 源上存在的负载等价于将一个可变电阻连接在 ac 源的两端。通过采用 PFC 校正后的电源而作为 ac 源的负载存在的有效电阻的变化,是与 PFC 校正电源输出负载获得的功率相应的、ac 源的均方根(rms)电压的函数。随着相对于 ac 源电压的输入电流的谐波失真和/或相位偏移的增加,功率因数减小至小于 1。功率因数的要求通常需要大于 0.9 的功率因数,并可以具有对于输入电流波形的谐波含量的要求。

[0004] 必须由开关电源提供 PFC 的应用包括发光二极管(LED)应用,由于 LED 相对于更传统的白炽灯改进了能量效率,因此它正变得日渐流行。因为由 LED 提供的光线的亮度是流经它们的电流的函数,因此电源也调节提供给 LED 的 dc 电流,LED 形成了电源的输出负载。因此,电源控制结合了 dc 输出电流调节的函数,并通过向连接至电源输入的干线 ac 源提供基本阻性负载而提供 PFC。

[0005] 输出电流调节通常由检测流经 LED 的电流并向电源控制器——其调节从电源的输入到输出的能量流动——提供作为 LED 电流的函数的反馈信号而实现。开关电源通常将十分迅速地对电流反馈信息中的波动作出响应,以将 LED 电流调节至平滑的 dc 电平。

[0006] 不过,如上所述,为了实现 PFC,电源必须使得对于 ac 干线存在一个基本呈阻性的负载。用于调节 LED 电流的快速变化的能量流的快速变化将破坏 PFC 的性能,并产生非正弦电源输入电流波形和低功率因数。因此,为了实现 PFC,电源必须被配置为缓慢地响应于电流反馈信息中的波动,这通常被称为低速电源控制回路或低带宽回路。通常,这一低速回路功能通过在电源控制回路中引入大电容来实现。所述的电容可以例如在电源的输出处被引入以在电源的输出处维持十分稳定的 dc 输出电压,这将往往能减少 LED 负载中的任何电流波动。

[0007] 在另一实例中,允许 LED 中的电流波动,但将大滤波器——通常包括大电容和电阻——引入 LED 电流路径和电源控制器之间的反馈路径中。这一配置接着对反馈信号滤波,以使电源控制器响应于电源输出电流的重度滤波形式,这有助于防止控制器对来自 ac

干线输入源的或多或少的能量流产生突然的需求。

[0008] 上述两种用于实现 PFC 的技术均具有不利之处,它们需要电源中的大型物理部件以减缓电源控制回路的响应。LED 灯的典型应用需要电源电路尽可能紧凑,因为它们通常需要安装在很小的灯泡壳之内(有时称为泡内(in-bulb)应用)。此外,大电容在这样的泡内 LED 照明应用中存在可靠性和成本上的顾虑,因为泡内的温度很高,从而需要昂贵的高温电容器。

发明内容

[0009] 根据本发明的一个方面,提供一种用于功率转换器的控制器,包括:反馈传感器电路,其被连接以接收代表所述功率转换器的输出的反馈信号;反馈采样信号发生器,其被连接以产生反馈采样信号,该反馈采样信号被连接以被所述反馈传感器电路接收,其中所述反馈传感器电路被连接以响应于所述反馈采样信号而对所述反馈信号采样;状态机,其被连接至所述反馈传感器电路以根据响应于所述反馈传感器电路的多个运行状况状态中的一个来控制所述功率转换器的开关的切换;以及反馈时间周期信号发生器,其被连接以产生反馈时间周期信号,该反馈时间周期信号被连接以被所述状态机接收,其中所述反馈时间周期信号的周期基本大于所述反馈采样信号的周期,其中所述状态机被连接以响应于所述反馈时间周期信号而被更新。

[0010] 在一个优选的实施方案中,所述反馈采样信号的频率基本等于所述开关的切换频率。

[0011] 在一个优选的实施方案中,所述开关的切换被连接以控制从所述功率转换器的输入到所述功率转换器的输出的能量传递。

[0012] 在一个优选的实施方案中,所述开关的切换被连接以控制能量的传递,以使流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

[0013] 在一个优选的实施方案中,所述代表所述功率转换器的输出的反馈信号代表了流过所述功率转换器的输出的电流。

[0014] 在一个优选的实施方案中,所述代表所述功率转换器的输出的反馈信号代表了所述功率转换器的输出的电压。

[0015] 在一个优选的实施方案中,所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的接通时间。

[0016] 在一个优选的实施方案中,所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的切换频率。

[0017] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的周期是至少比所述反馈采样信号的周期长 320 倍。

[0018] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

[0019] 在一个优选的实施方案中,所述反馈传感器电路包括连接至具有第一阈电平的第一阈电平检测电路的计时器,所述第一阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

[0020] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于其间所述反馈信号每两次跨越所述第一阈电平的时间周期。

[0021] 在一个优选的实施方案中,所述计数器被连接以响应于处于反馈采样频率的反馈采样信号时钟而被计时。

[0022] 在一个优选的实施方案中,所述计数器被连接以响应于所述反馈信号和第一状态的第一阈电平的比较的输出,而被所述第一阈电平检测电路增量递增。

[0023] 在一个优选的实施方案中,所述计数器被连接以响应于所述反馈信号和第二状态的第一阈电平的比较的输出,而被所述第一阈电平检测电路增量递减。

[0024] 在一个优选的实施方案中,所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而设定运行状况状态,以控制所述功率转换器的开关的切换。

[0025] 在一个优选的实施方案中,所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾设定下一运行状况状态。

[0026] 在一个优选的实施方案中,所述状态机被连接以维持一个运行状况状态直到所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾。

[0027] 在一个优选的实施方案中,所述计数器被连接以在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾被重置。

[0028] 在一个优选的实施方案中,所述反馈传感器电路还包括具有第二阈电平的第二阈电平检测电路,所述第二阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

[0029] 在一个优选的实施方案中,所述控制器还包括逻辑,该逻辑被连接至所述状态机以响应于所述反馈信号与所述第二阈电平的比较,而中止所述状态机切换功率转换器电路的开关。

[0030] 根据本发明的又一方面,提供一种功率转换器,包括:能量传递元件,其连接在所述功率转换器的输入和所述功率转换器的输出之间,其中所述功率转换器的输入被连接至 ac 电压源以及其中所述功率转换器的输出被连接至负载;开关,其连接至所述能量传递元件;以及控制器,其连接至所述开关,该控制器被连接以接收代表所述功率转换器的输出的反馈信号,以响应于所述反馈信号以控制所述开关的切换,从而控制能量从电源的输入到所述功率转换器的输出的传递,所述控制器包括:反馈传感器电路,其被连接以接收所述反馈信号;反馈采样信号发生器,其被连接以产生反馈采样信号,该反馈采样信号被连接以被所述反馈传感器电路接收,其中所述反馈传感器电路被连接以响应于所述反馈采样信号,以反馈采样频率从所述反馈信号采样反馈信息;状态机,其连接至所述反馈传感器电路以根据响应于所述反馈传感器电路的多个运行状况状态中的一个来控制所述开关的切换;以及反馈时间周期信号发生器,其被连接以产生反馈时间周期信号,该反馈时间周期信号被连接以更新所述状态机,其中所述反馈时间周期信号的周期基本大于所述反馈采样信号的周期,其中所述状态机被连接维持一个运行状况状态,直到所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾为止。

[0031] 在一个优选的实施方案中,所述开关的切换被连接以控制能量的传递,以使流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

[0032] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

[0033] 在一个优选的实施方案中,所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的接通时间。

[0034] 在一个优选的实施方案中,所述多个运行状况状态中的每一个均包括基本固定的切换频率。

[0035] 在一个优选的实施方案中,所述反馈传感器电路包括计数器,该计数器被连接以接收所述反馈采样信号,其中所述反馈传感器电路还包括具有第一阈电平的第一阈电平检测电路,所述第一阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

[0036] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的每一周期基本等于其间反馈信号每两次跨越所述第一阈电平的时间周期。

[0037] 在一个优选的实施方案中,所述状态机被连接以响应于所述计数器的输出值而设定运行状况状态,以控制所述功率转换器的开关的切换。

[0038] 在一个优选的实施方案中,所述反馈传感器电路还包括具有第二阈电平的第二阈电平检测电路,所述第二阈电平检测电路被连接以接收所述反馈信号。

[0039] 在一个优选的实施方案中,所述功率转换器还包括逻辑,该逻辑被连接以响应于所述第二阈电平检测电路,中止所述状态机切换所述开关。

[0040] 在一个优选的实施方案中,所述计数器被连接以在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾被重置。

[0041] 根据本发明的另一方面,提供一种用于控制功率转换器的方法,包括:以反馈采样频率从代表所述功率转换器的输出的反馈信号采样反馈信息;比较所采样的反馈信息与第一阈电平;响应于所述所采样的反馈信息与所述第一阈电平的比较,以所述反馈采样频率的速率调节一个值;以及在反馈时间周期信号的每一周期的结尾响应于所述值,设定用于切换所述功率转换器的开关的运行状况,从而控制能量从所述功率转换器的输入传递至所述功率转换器的输出,其中所述反馈时间周期信号的功率基本小于所述反馈采样频率。

[0042] 在一个优选的实施方案中,该方法还包括在所述反馈时间周期信号的每一周期的结尾重置所述值。

[0043] 在一个优选的实施方案中,该方法还包括在所述反馈时间周期信号的下一周期的结尾响应于所述值,设定用于切换所述功率转换器的开关的下一运行状况。

[0044] 在一个优选的实施方案中,设定用于切换开关的运行状况的步骤,包括为所述反馈时间周期信号的周期设定基本固定的接通时间。

[0045] 在一个优选的实施方案中,设定用于切换开关的运行状况的步骤,包括为所述反馈时间周期信号的周期设定基本固定的切换频率。

[0046] 在一个优选的实施方案中,所述反馈时间周期信号的周期基本等于连接至所述功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

[0047] 在一个优选的实施方案中,所述反馈采样频率基本等于所述开关的切换频率。

[0048] 在一个优选的实施方案中,该方法还包括:将所采样的反馈信息与第二阈电平比较;以及当所述所采样的反馈信息大于所述第二阈电平时,中止切换所述开关。

[0049] 在一个优选的实施方案中,流入所述功率转换器的输入的输入电流基本与所述功率转换器的输入的电压同相及成比例。

附图说明

[0050] 结合下列附图,描述了本发明的非限制性和非穷尽性的实施方案,其中,除特别指

出的,在所有的各幅附图中,相似的编号指代相似的部件。

[0051] 图 1 图示了包括根据本发明的教导的示例性控制器的开关模式功率转换器的示例性示意图。

[0052] 图 2A 是根据本发明的教导的示例性控制器的功能性框图。

[0053] 图 2B 图示了根据本发明的教导的示例性控制器的状态机的状态图的一部分。

[0054] 图 3 示出了用于图示采用根据本发明的教导的示例性控制器的示例性功率转换器的运行的波形。

[0055] 图 4 是图示了根据本发明的教导的示例性控制器的功能框图。

[0056] 图 5 示出了用于图示采用根据本发明的教导的示例性控制器的示例性功率转换器的运行的波形。

具体实施方式

[0057] 在本发明的一个方面,本文所公开的用于阐释性目的的方法和设备使用功率转换器以为输入电流波形提供功率因数校正。在下文描述中,阐明了多个具体细节,以提供对本发明的全面理解。然而,对于本领域普通技术人员来说明显的是,实施本发明时并不需要采用这些具体细节。为了避免使本发明显得晦涩,未描述涉及实施本发明的众所周知的方法。

[0058] 在该说明书的全文中提到“一个实施方案”、“一实施方案”、“一个实施例”或“一实施例”意指关于该实施方案描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施方案或实施例中。因此,贯穿于本说明书各处,所出现的用语“在一个实施方案中”、“在一实施方案中”“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必全都指相同的实施方案或实施例。例如,所述特定的特征、结构或特性可以在一个或多个实施方案或实施例中以任何适合的组合和 / 或子组合结合。

[0059] 如下面将讨论的,根据本发明的教导的各种实施例允许功率因数校正后的功率转换器的控制器使用降低了所需的外部电路部件的尺寸、成本和数量的控制技术,从而通过提供一种显著地减缓了功率转换器控制器的回路响应而不需要传统的外部滤波技术的新型技术,提供了紧凑的功率因数校正后的功率转换器。

[0060] 在一个实施例中,连接控制器以驱动一个开关,该开关被控制器接通和切断,以调节从功率转换器的输入到输出的能量流,如将在下文详细描述。在一个实施例中,控制器以反馈采样频率对代表功率转换器的输出的反馈信息采样。在一个实施例中,代表功率转换器的输出的反馈信息代表了连接至功率转换器的输出的 LED 负载的电流。在另一实施例中,反馈信息可以代表功率转换器的输出的电压。在一个实施例中,反馈采样频率基本等于电源开关的切换频率。这一反馈采样频率相对较高,意味着例如在 ac 干线的一个循环周期内进行 300 次以上的这样的采样。根据电路在世界上运行的地方,ac 干线的这一周期通常是 16 至 20 毫秒(对应于 50 至 60 赫兹的 ac 干线频率)。

[0061] 在一个实施例中,控制器以这种方法收集反馈时间周期的反馈信息,所述反馈时间周期例如可以是半个或整个 ac 干线循环周期。在一个实施例中,控制器为反馈时间周期的持续时间设定了由控制器控制的电源开关的基本固定的运行状况。如下文将更详细讨论的,在本上下文中,固定的运行状况可以是指由控制器控制的电源开关的切换的基本固定的接通时间、基本固定的切换频率等,以控制从功率转换器的输入到功率转换器的输出的

能量传递。

[0062] 在一个实施例中,电源开关运行状况被保持整个反馈时间周期,并直到每一反馈时间周期的结尾,再基于在该反馈时间周期中以反馈采样频率收集的反馈信息来设置下一运行状况。反馈信息是通过在反馈时间周期中通过计算高于或低于第一反馈阈电平的反馈采样的数量来收集的。在一个实施例中,控制器被配置为当代表功率转换器的输出的反馈信息超出阈电平时,在反馈时间周期内发生响应,这可以指示需要更快响应以对例如功率转换器或负载提供保护的非正常状况。

[0063] 为阐释目的,图 1 大体示出了根据本发明的教导的包括电源的示例性控制器 109 的示意图,示出为功率转换器 100。在一个实施例中,功率转换器 100 是在它的输入处连接至 ac 电压源 101 的回扫式电压转换器。通常,电压源是由配电系统(例如,电厂)通过电插座提供。如实施例所示出的,桥式整流器 180 将 ac 线电压转化为大小为 V_{IN} 106 的基本未平滑处理的 dc 输入电压波形 104。在所示出的实施例中,电容 181 的值很低,目的是为了对高频噪声电流滤波,以及提供基本未平滑处理的整流电压波形 104。

[0064] 如图 1 的实施例所示,功率转换器 100 被示为包括能量传递元件,该能量传递元件被示为变压器 182,其一端被连接至桥式整流器 180,另一端被连接至电源开关 116。在运行中,当电源开关 116 能够传导电流时,该电源开关 116 在“接通”或“闭合”的状态,当电源开关 116 不能传导电流时,该电源开关 116 在“切断”或“断开”的状态。在实施例中,将输入返回线路 183 连接至电源开关 116。在运行中,当电源开关 116 接通时,电流流过能量传递元件 182,当电源开关切断时,电流流过能量传递元件 182 以及输出二极管 184 至少一段时间。因此,根据本发明的教导,在所示的实施例中,能量传递元件 182 响应于电源开关 116 的切换,将能量传递至功率转换器 100 的输出。因此,在实施例中,连接功率转换器 100 以将能量从输入端 115 传递到连接至输出端 114 的负载 111。在实施例中,控制器 109 通过连接部 118 驱动电源开关 116 接通或切断。在实施例中,电源开关 116 和控制器 109 形成了集成电路 185 的一部分,该集成电路 185 可以被制造为单块(单晶粒)或混合(多晶粒)集成电路。在另一实施例中,控制器和电源开关可以被容纳在完全分立的封装中,并仍然从本发明的教导中获益。

[0065] 如该实施例所示,反馈信号 120 被通过接线 117 连接至控制器 109。在该实施例中,穿过检测电阻 113 产生反馈信号 120,该反馈信号 120 提供了与流过负载 111 的电流 119 成比例的电压 VFB。在其他实施例中,可以使用其它电流检测电路诸如电流检测变压器等,并仍然从本发明的教导中获益。在另一实施例中,功率转换器可以是隔离电源,在该情况下可以使用光耦合器、反馈绕组、一次绕组或其他用于隔离代表负载电流 119 和反馈信号 120 的方式,并仍然从本发明的教导中获益。

[0066] 在一个实施例中,控制器 109 控制电源开关 116 的切换以调节从输入端 115 到输出端 114 的能量流,从而提供具有基本与电压波形 104 同相并成比例的波形 105 的输入电流 102。在一个实施例中,控制器 109 在其内部产生的反馈采样频率下从反馈信号 120 收集反馈信息。在一个实施例中,控制器从反馈信号 120 收集反馈时间周期的反馈信息,其中反馈时间周期基本大于用于采样该反馈信号的反馈采样信号周期。例如,在一个实施例中,反馈时间周期是 ac 干线周期 103 的一半。在另一个实施例中,反馈时间周期可以基本等于完整的 ac 干线循环甚至另一更长持续时间的周期。在一个实施例中,控制器 109 响应于在反

馈时间周期内收集到的反馈信息,在反馈时间周期的结尾设置由该控制器控制的开关的运行状况。

[0067] 在一个实施例中,对于每个反馈时间周期,反馈信号 120 被采样大约 320 次。换言之,在一个实施例中,反馈时间周期信号的周期至少比反馈采样信号周期——其等于反馈采样频率的倒数——长 320 倍。在另一实施例中,反馈时间周期信号的周期至少比反馈时间周期中的平均切换循环周期长 500 倍。应认识到的是,虽然反馈信号 120 被示出为电压信号,但是在其他实施例中可以使用反馈电流信号,并仍然从本发明的教导中获益。

[0068] 图 2A 示出了集成电路 285 的示例性框图,其包括从本发明的教导中获益的控制器 209 和开关 216。在实施例中,控制器 209 包括反馈传感器电路 224、状态机 222、反馈时间周期信号发生器 229 以及反馈采样信号发生器 221,它们如所示连接。在该实施例中,反馈端 210 接收反馈信号 220,该反馈信号 220 是相对于集成电路 285 的接地端 208 的电压。反馈信号 220 被输入比较器 225 以与阈电平 V_{ref} 230 比较。在实施例中,比较器 224 是具有等于阈电平 V_{ref} 230 的阈电平的阈电平检测电路。比较器 225 的输出被连接至计数器 223,该计数器 223 由反馈采样信号 221 计时。在一个实施例中,计数器 223 的输出被连接至状态机 222。在一个实施例中,状态机 222 在被由反馈时间周期信号发生器 229 产生的反馈时间周期信号 226 更新时,基于计数器 223 的值设置运行状况或状态,控制器 209 将根据该状况或状态来控制开关 216 的切换。在一个实施例中,反馈采样信号 227 具有至少比反馈时间周期信号 226 短 320 倍的周期。换言之,在该实施例中,反馈采样信号 227 对计数器 223 的计时至少比反馈时间周期信号 226 对状态机 222 的更新要频繁 320 倍。

[0069] 在一个实施例中,由状态机 222 设定的运行状况或状态包括开关 216 的每一切换循环的固定接通时间,以及 / 或者至少直到状态机 222 接收到下一反馈时间周期信号 226 时的开关 216 的切换的固定切换频率。换言之,开关 216 的切换频率和 / 或开关 216 的每一切换循环的接通时间是不响应于反馈信号 220 的,直到至少接收到反馈时间周期信号 226 的这一时间。在状态机 222 接收到下一反馈时间周期信号 226 之后,状态机 222 根据计数器 223 的值可以接着将运行状况状态设置为保持不变,或状态机 222 可以设置另一运行状况状态以控制开关 216 的切换。

[0070] 出于阐释,图 2B 示出了状态机的一部分的一个实施例,其在一个实施例中可以是图 2A 的状态机 222。在图 2B 示出的实施例中,三个运行状况状态 270、271 和 272 被示出为具有固定的切换频率以及固定的接通时间。在另一实施例中,切换频率可以是跳动的以降低电磁干扰(EMI)。在一个实施例中,全状态机状态图可以包括 256 种状态。在另一实施例中,全状态机状态图可以包括比 256 种状态更多或更少数量的状态,这取决于根据特定的设计的状态机所需的粒度。在图 2B 示出的实施例中,在运行状况状态(X)270 中,切换频率固定在 x kHz,以及每一切换循环的接通时间固定在 $u \mu s$ 。

[0071] 参考图 2A,在图 2B 中,计数器 223 的值可以指示状态机 222 下一个运行状况状态将从运行状况状态(X) 270 变化至运行状况状态(X+1) 271。运行状况状态(X+1) 271 具有 y kHz 的切换频率,以及 $v \mu s$ 的接通时间,其中切换频率和接通时间大于运行状况状态(X) 270 中的相应变量。同样,在实施例中,运行状况状态(X+2) 272 也具有高于运行状况状态(X+1)271 的相应变量的切换频率和接通时间。在一个实施例中,每一切换循环的切换频率和接通时间的变化可以被选择为使得运行状况状态之间的转变产生的功率传输的百分比

变化基本稳定。在一个实施例中,使得状态间的功率传输的百分比变化基本固定有助于确保功率转换器增益基本固定,并独立于在其间发生了转变的特定状态。所确定的运行状况状态之间的转变的方法将参考图 3 在下文进行更详细的描述。

[0072] 图 3 示出了示例性的波形,其图示了从本发明的教导中获益的控制器运行,所述控制器在一个实施例中可以分别与图 1 和图 2A 中控制器 109 和 209 相类似。在实施例中,波形 304 是全波整流的未平滑处理的电压波形,其在一个实施例中对应于图 1 的波形 104。在该实施例中,波形 305 是输入电流波形,其在一个实施例中对应于图 1 的波形 105。在一个实施例中,波形 334 是反馈信号波形,其在一个实施例中分别对应于图 1 和图 2A 中的反馈波形 120 和 220,并因此代表了流过负载的电流。

[0073] 所注意到的是,在图 3 的实施例中,输出电流波形或反馈波形 334 是与输入电流波形 305 不同相的,这在一个实施例中可以是由于连接在功率转换器的输出的两端上的输出电容的效应,诸如图 1 中的示例性电容 112,该电容往往使输出电流波形相对于输入电流波形发生相移。在一个实施例中,图 1 的电容 112 有助于避免负载中的超过峰值的电流,这将在下文中结合图 5 而进行更详细的描述。

[0074] 将注意到的是,波形 334 尽管从波形 305 上发生了相移,它仍然具有基本与输入电压波形 304 的循环周期 333 基本相同的总周期 332。因此,在一个实施例中,这允许了使用波形 304、305 或 334 中的任一个来产生反馈时间周期信号,诸如图 2A 中反馈时间周期信号 226。如果使用波形 334,则反馈信号波形 334 从大于反馈阈值 330 转变到小于反馈阈值 330 的事件,可以作为产生反馈时间周期信号 226 的事件。例如,图 3 中的时间点 390 和 391 可以作为连续反馈时间周期的起始点和结束点,其中时间点 390 指示第 n 个反馈时间周期 392 的起始点,以及时间点 391 指示第 n 个反馈时间周期 392 的结束点和下一反馈时间周期的起始点,该下一反馈时间周期被示为第 $n+1$ 个反馈时间周期 393。换言之,在一个实施例中,反馈时间周期信号的每一周期基本等于其间反馈信号 334 每两次跨越阈电平 330 的时间周期。在另一实施例中,反馈时间周期信号的周期可以替代地基本等于时间周期 333,其等于一个 ac 干线电压波形 304 的半循环。换言之,在一个实施例中,反馈时间周期信号的周期基本等于连接至功率转换器的输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期。

[0075] 在一个实施例中,波形 361 代表计数器输出,该输出以反馈采样信号周期 369 的频率增量递增或递减。在一个实施例中,如果反馈信号 334 大于反馈阈电平 330,则计数器波形 361 在每个反馈采样周期 369 内是增量递增的。相反,在一个实施例中,如果反馈信号 334 小于反馈阈电平 330,则计数器波形 361 在每个反馈采样信号周期 369 内是增量递减的。在一个实施例中,计数器波形 361 的值可以类似于图 2A 中计数器 223 的输出。在图 3 的实施例中,由波形 361 在时间点 391——其是图 3 中第 n 个反馈时间周期 392 的结尾——表示的计数的终值是值 365。在一个实施例中,如图 3 所示的计数阈值 363 和 364 限定了一个滞环。

[0076] 参考图 2A 中的控制器 209,例如,如果示为计数器信号 249 的计数器输出具有阈计数值 363 和 364 之间的值,则状态机 222 设置一个用于下一 $n+1$ 个反馈时间周期的运行状况状态,该状态在之前的第 n 个反馈时间周期使用的运行状况状态上保持不变。换言之,在一个实施例中,为使第 $n+1$ 个反馈时间周期的下一个运行状况状态成为一个不同的运行状况状态,在时间点 391 的计数的终值需要大于阈电平 363 或小于阈电平 364。

[0077] 所认识到的是,在其他实施例中,可以采用大于阈电平 363 或小于阈电平 364 的多个计数阈值。在一个实施例中,这些多个计数阈值可以被用于引入响应于计数器计数 360 的值而确定的动态响应,以确定在反馈时间周期的结尾在状态机 222 运行状况状态上的可能的变化。例如,如果在时间点 391 的计数器计数 360 的终值显著地高于阈值 363,这可以指示电源负载上的一个显著的下降,在一个实施例中,这会需要显著降低的状态机状态。因此,在一个实施例中,通过拥有阈值 362 以上的多个计数阈值,使得选择适合于计数器计数 360 的大小的状态机 222 运行状况状态成为可能。

[0078] 这一运行可以结合上述图 2B 得到更多阐释。在一个实施例中,在第 n 个反馈时间周期 392 中,控制器运行在运行状况状态(X) 270 下,在最终计数值 365 在滞后阈计数电平 363 和 364 之间的所示的实施例中,所述运行状况状态(X) 270 将在下一 $n+1$ 个反馈时间周期 393 中保持为行状况状态(X) 270。不过,在另一实施例中,如果最终计数值小于阈计数电平 364,则这将指示在前述的反馈时间周期内,反馈信号例如反馈信号 220 在该反馈时间周期内,例如,低于反馈阈电平 V_{ref} 230 的时间多于高于反馈阈电平 V_{ref} 230 的时间。在这一实施例中,需要增加传输至负载例如图 1 中的示例性负载 111 的功率。因此,在一个实施例中,在这样的情况下,状态机 222 将从运行状况状态(X) 270 转变至运行状况状态 271 (X+1)。

[0079] 如上述参考图 2A 所描述的,在另一实施例中,除阈计数电平 363 和 364 以外还可以采用多个计数阈值。在这些实施例中,如果在反馈时间周期的结尾的计数值指示出需要更显著地增加传输至负载——例如图 1 中的负载 111——的功率,则状态机 222 可以例如从状态(X) 270 转变至状态(X+2)。

[0080] 在图 3 的实施例中,计数值通常在每一反馈时间周期的结尾被重置为阈计数电平 362。在图 2A 的实施例中,计数器 223 的这一重置被表示为将反馈时间周期信号 226 应用至计数器 223 的重置(RESET)输入。这一重置确保了每一反馈时间周期响应于在该反馈时间周期内所收集到的反馈信息,并因此不会从一个或多个在先的反馈时间周期中累计误差而导致功率转换器的不稳定。

[0081] 图 4 示出了集成电路 485 的示例性框图,其包括从本发明的教导中获益的控制器 409 和开关 416。在一个实施例中,控制器 409 的操作与图 2A 中的控制器 209 共享了许多方面。例如,在一个实施例中,控制器 409 包括反馈传感器电路 424、状态机 422、反馈时间周期信号发生器 429 以及反馈采样信号发生器 421,它们连接如所示。在该实施例中,反馈端 410 接收反馈信号 420,该反馈信号 420 是相对于集成电路 485 的接地端 408 的电压。反馈信号 420 被输入比较器 425 与阈电平 V_{ref} 430 比较。比较器 425 的输出被连接至计数器 423,该计数器 423 由反馈采样信号发生器 421 计时。在该实施例中,计数器 423 的输出被连接至状态机 422。在一个实施例中,状态机 422 在被由反馈时间周期信号发生器 429 所产生的反馈时间周期信号 426 更新时,基于计数器 423 的值设置运行状况或状态,控制器 409 将根据该状况或状态控制开关 416 的切换。在一个实施例中,反馈采样信号 427 具有至少比反馈时间周期信号 426 短 320 倍的周期。换言之,在该实施例中,反馈采样信号 427 对计数器 223 的计时至少比反馈时间周期信号 426 对状态机 422 的更新要频繁 320 倍。

[0082] 图 4 同样示出了反馈时间周期信号发生器 429,其包括输入 471,在一个实施例中,输入 471 可以被连接至功率转换器的输入或输出以获得用于产生反馈时间周期信号 426 的定时信息。在一个实施例中,反馈时间周期信号 426 的周期基本等于连接至功率转换器的

输入的 ac 电压源的每一零电压状况之间的时间周期,诸如图 3 所阐释的时间周期 333。在另一实施例中,反馈时间周期信号 426 的周期基本等于其间反馈信号跨越反馈阈值 330 一次的时间周期,诸如图 3 所阐释的周期 332。

[0083] 图 4 也示出了反馈采样信号发生器 421,其被连接以接收输入 472,在一个实施例中,输入 472 可以是来自反馈时间周期信号发生器 429 的反馈时间周期信号 426。在一个实施例中,反馈采样信号发生器 421 使用反馈时间周期信号 426 以调节反馈采样信号 427 的周期,以确保对于每一个反馈时间周期信号 426,提供数量基本固定的反馈采样信号 427。在一个实施例中,这一功能类似于本领域普通技术人员所熟悉的锁相环电路。在一个实施例中,调节反馈采样信号 427 的周期以确保对于每一个反馈时间周期信号 426,提供 320 个反馈采样信号 427。在另一实施例中,在每一反馈时间周期信号 426 中可以包括比 320 更多或更少的反馈采样信号 427。更多反馈信号将形成如下权衡:其在带来更高的分辨率和灵敏度的益处的同时,增加了成本和电路的复杂性,以支持所增加的反馈采样信号 427 的数量。

[0084] 图 4 中所示的实施例通常示出了第二阈电平检测电路,其被示为第二比较器 442,并被包括在反馈传感器电路 424 中,该第二比较器 442 的一个输入被连接以接收反馈信号 420,而另一输入被连接以接收第二反馈阈值 V_{ref2} 431,在一个实施例中,该 V_{ref2} 431 大于 V_{ref} 430。在一个实施例中,连接来自比较器 442 的输出信号 443 以响应于反馈信号 420 和 V_{ref2} 431 的比较而使得状态机 422 能够/不能够切换开关 416。在一个实施例中,由于反馈信号 420 超过 V_{ref2} 431,信号 443 从高转变至低。在运行中,如所示逻辑 440——在图 4 中示为与(AND)门——被连接以接收信号 443 从而使得状态机 422 工作/中止。如该实施例中所示,逻辑 440 使开关 416 不工作直到反馈信号不再超过 V_{ref2} 431 时为止。在一个实施例中,这一运行为使用控制器 409 的功率转换器提供了保护,并同样保护了连接至使用控制器 409 的功率转换器的输出负载,如下文所述。

[0085] 图 5 示出了用于图示使用很小值——例如图 1 中的电容 112——的输出电容的效果的反馈波形,分别为带有和不带有结合图 4 在上描述的附加电路的相应波形。如将讨论的,当未使用上文描述的比较器 442 及其关联电路——诸如图 2A 中的示例性控制器 209——时,可以获得波形 535。波形 536 示出了利用从图 4 中的改进获益的控制器时的反馈波形的示例。

[0086] 关于波形 535,当与图 3 中的更对称的反馈波形 334 相比较时,在反馈时间周期 532 内,波形 535 具有相对于负载电流的高峰高得多的峰值。在一个实施例中,这样的高峰电流可以对负载和功率转换器输出部件均产生损坏,诸如图 1 中的 LED 负载 111,以及图 1 中的输出二极管 184。在一个实施例中,反馈波形诸如波形 535 会降低功率转换器和负载的使用寿命,这通常是不可接受的。不过,通常具有吸引力的是,这种方式能够出于节约空间和成本的目的,尽可能降低输出电容的值。因此,在上述图 4 的实施例的描述中引入的改进允许了波形 535 的最大正峰值被限制为第二阈反馈电平 531,在一个实施例中,该电平可以与图 4 中的第二反馈阈电平 V_{ref2} 431 相似。

[0087] 应注意到的是,因为图 4 中的示例性控制器 409 将几乎不延迟地响应于超出第二阈电平 431 的反馈信号值,功率转换器的功率因数将降低一定范围。不过,因为对于典型应用诸如 LED 照明的功率因数目标在范围 0.7 至 0.9 内,因此功率因数上的一定的降低仍

然是可接受的,且使用小输出电容对于成本和空间的节约可以成为一个有吸引力的权衡因素。

[0088] 此外,所注意到的是输出电容——诸如图 1 中的电容器 112——的电容值可以在功率转换器的使用寿命期间随时间减小。同样,在一个实施例中,随着输出电容器的电容在功率转换器的使用寿命期间随时间减小,图 4 所描述的附加电路可以保护负载和功率转换器。

[0089] 上述对于本发明的所阐释的实施例的描述——包括摘要中的描述——并不意在 被所公开的精确形式穷尽或限制。虽然这里出于阐释目的描述了本发明的特定实施方案和 实施例,但是不背离本发明的更广的精神和范围的情况下,各种等价修改都是可能的。

[0090] 可以对根据上述详细说明的本发明的实施例作出这些修改。下列权利要求中使用的 术语不应被解释为将本发明限制到说明书和权利要求中所公开的具体实施方案中。相反, 本发明的范围应根据后附权利要求的整体,并根据权利要求的解释所确立的理论来解释。 因此,本说明书及附图应被视为阐释性的而非限制性的。

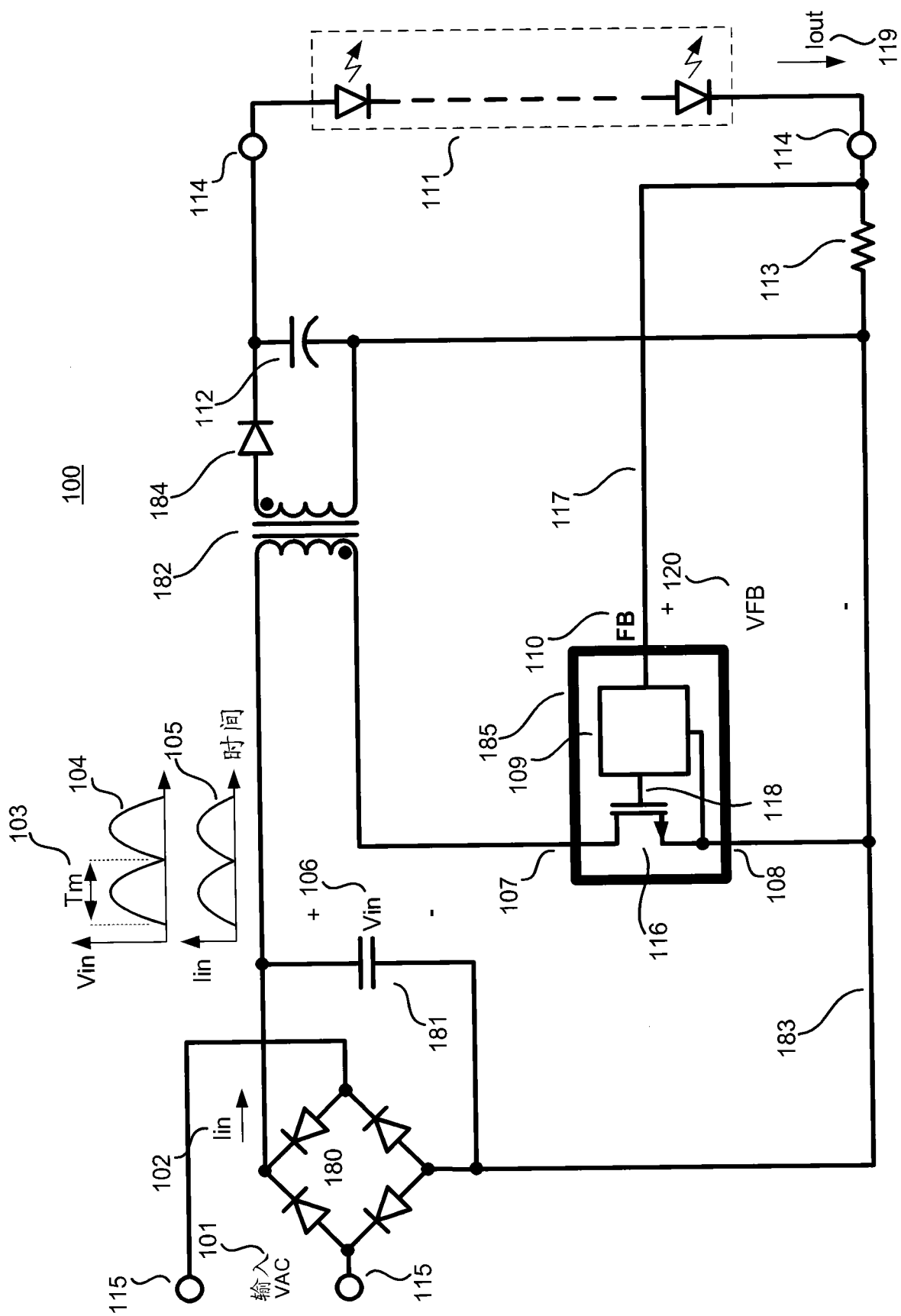


图 1

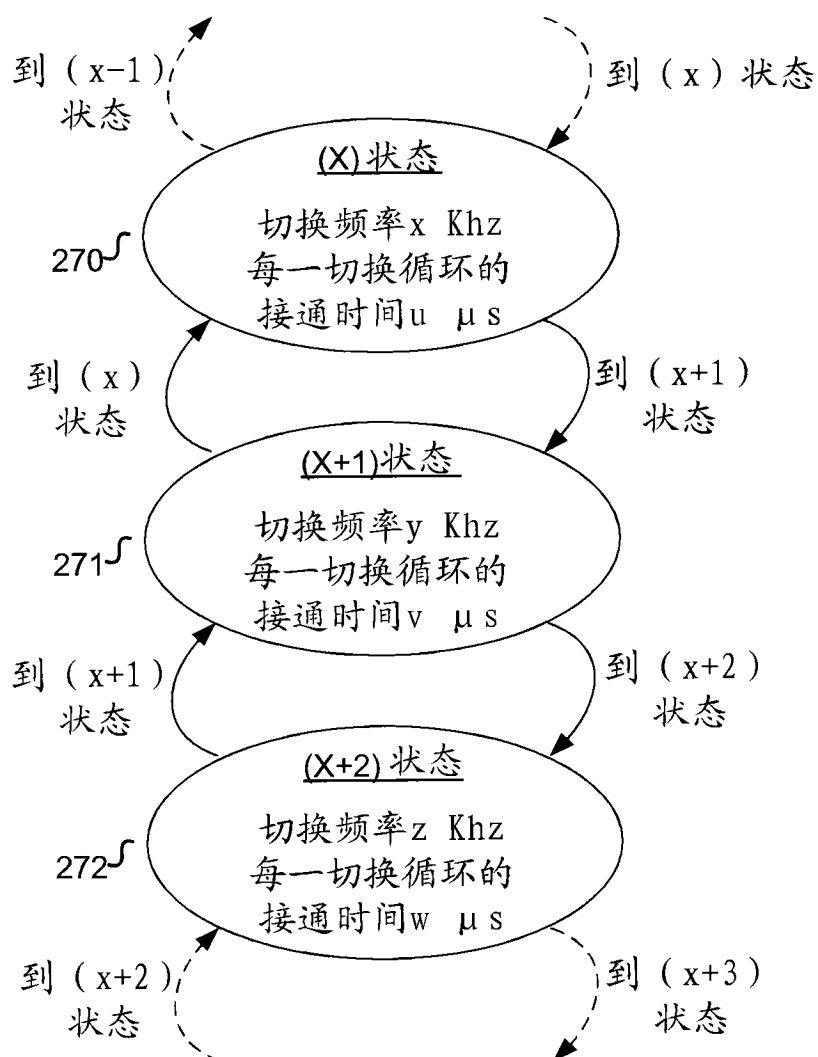


图 2B

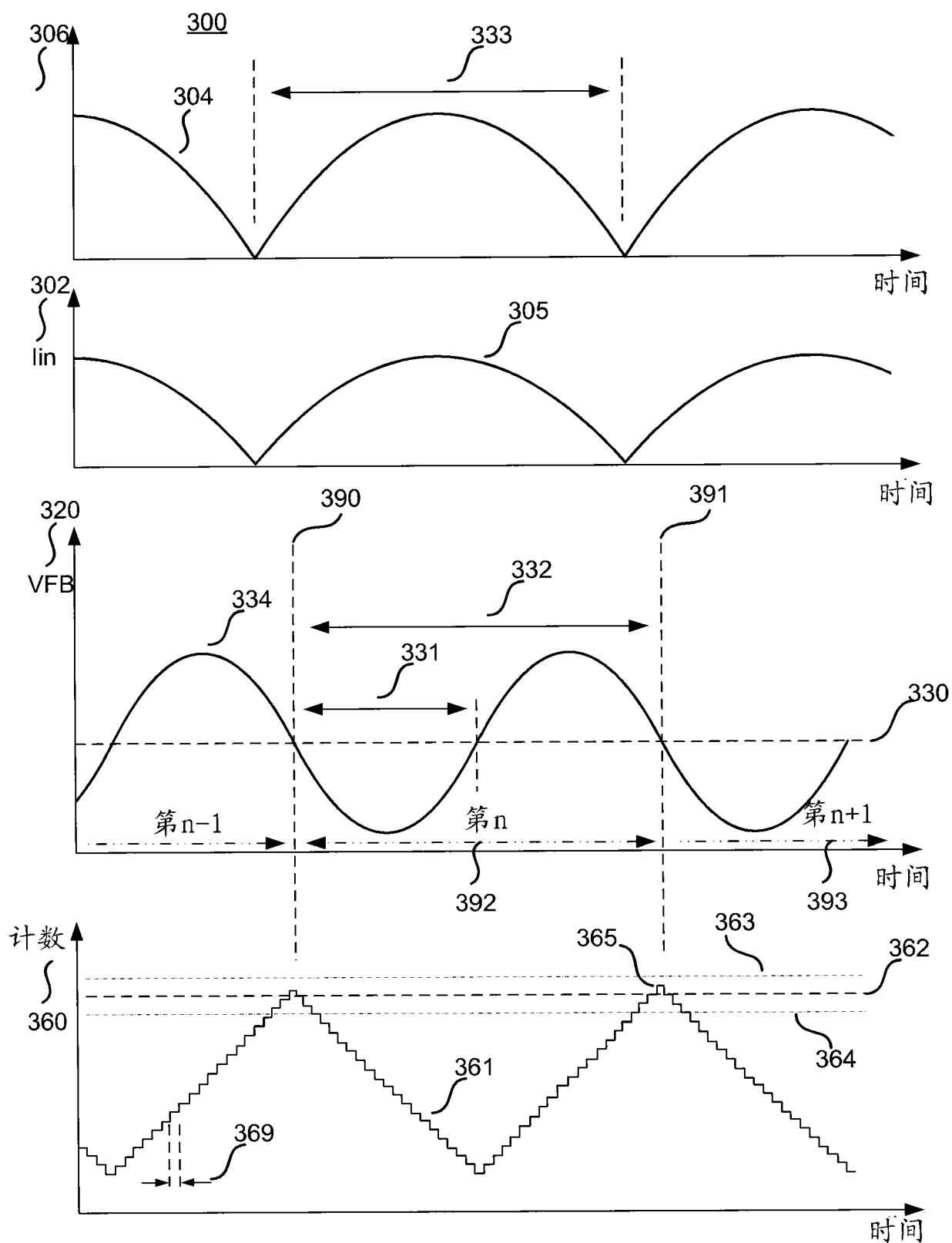


图 3

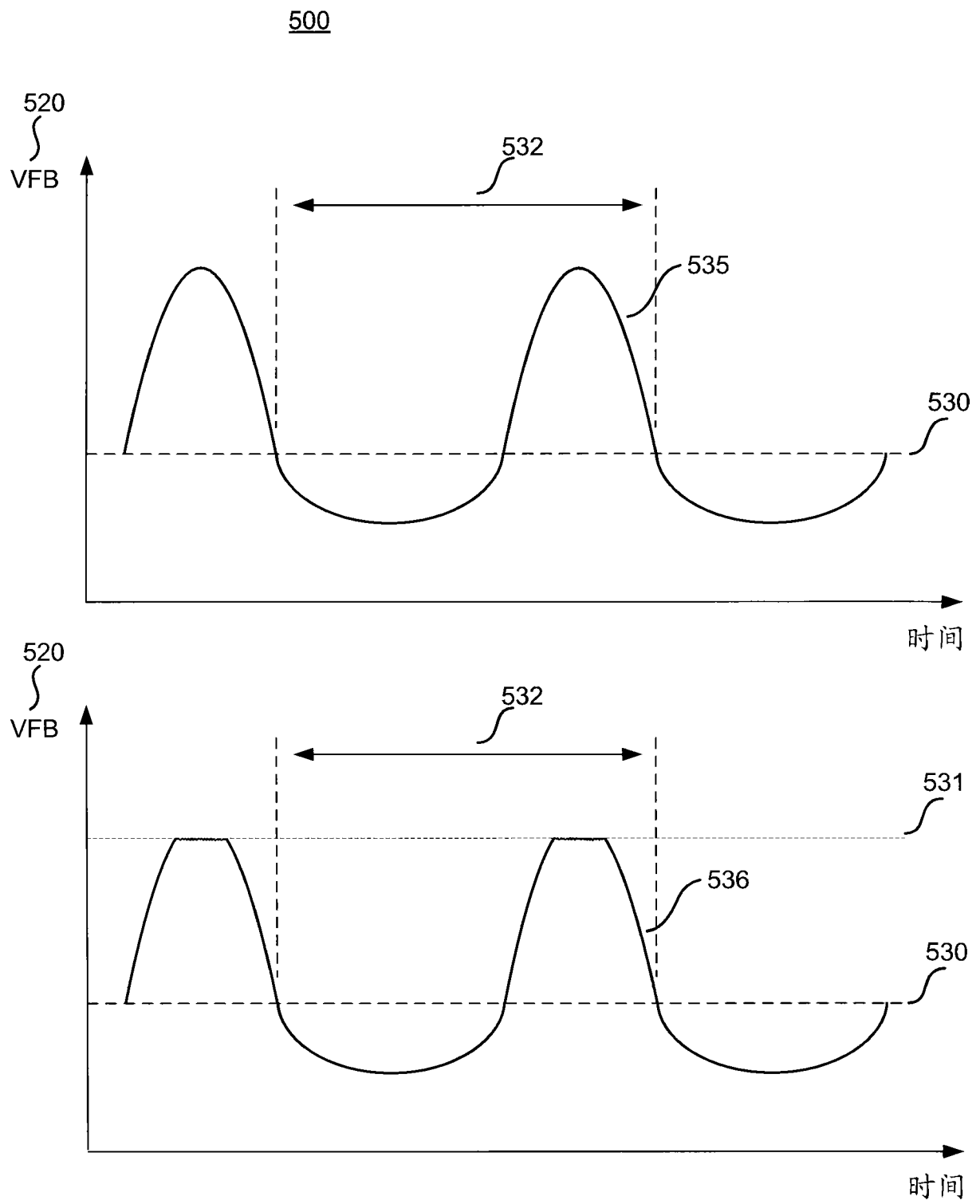


图 5