



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109120155 B

(45) 授权公告日 2021.03.23

(21) 申请号 201811049201.5

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

(22) 申请日 2014.03.12

务所(普通合伙) 11277

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 刘新宇

申请公布号 CN 109120155 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2019.01.01

H02M 3/28 (2006.01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

13/800,769 2013.03.13 US

US 2012161739 A1, 2012.06.28

(62) 分案原申请数据

CN 101291112 A, 2008.10.22

201410090326.8 2014.03.12

CN 1937384 A, 2007.03.28

(73) 专利权人 电力集成公司

审查员 谢冬莹

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 B·巴拉克里什南

权利要求书3页 说明书18页 附图8页

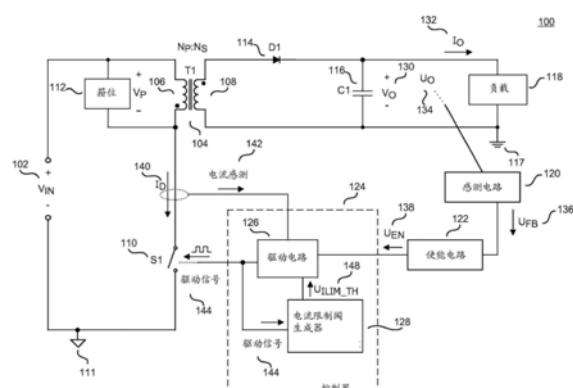
R·S·圣-皮埃尔 G·M·帕姆
L·M·王

(54) 发明名称

具有斜坡时间调制的开关模式功率转换器
控制器

(57) 摘要

用在功率转换器中的控制器，包括驱动电路，被耦合以生成驱动信号来控制功率开关的开合，从而控制能量从功率转换器输入至功率转换器输出的传递。所述控制器还包括用于接收使能信号的输入，所述使能信号包括响应于功率转换器输出的使能事件。驱动电路被耦合，从而响应于使能事件而接通所述功率开关，且响应于功率开关电流达到电流限制阈而关断功率开关。电流限制阈生成器被耦合，以接收来自使能信号的使能事件的驱动信号。电流限制阈可以是斜坡信号，且所述斜坡信号连同使能事件之间的时间可被用于调制驱动信号。还提供了一种功率转换器以及一种使用使能电路、控制器和感测电路在闭环中调节功率转换器的输出的方法。



1. 一种用在功率转换器中的控制器,包括:

驱动电路,被耦合以生成驱动信号来控制功率开关的开合,从而控制能量从功率转换器输入至功率转换器输出的传递;

输入,用于接收使能信号,该使能信号包括响应于所述功率转换器输出的使能事件,其中所述驱动电路被耦合,以当接收到所述使能事件时接通所述功率开关,且响应于功率开关电流达到电流限制阈而关断所述功率开关;以及

电流限制阈生成器,被耦合以接收来自所述驱动电路的驱动信号,且在所述功率开关的每一开关周期期间变动所述电流限制阈,其中对所述使能信号的使能事件的接收限定每一开关周期的开始,其中,所述电流限制阈生成器被耦合成响应于所述功率开关的每一通时间的结束而增大所述电流限制阈,并且被耦合成随着相继使能事件之间的时间增大而减小所述电流限制阈。

2. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述使能信号的相继使能事件之间的时间响应于所述功率转换器输出。

3. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述使能事件包括在所述使能信号中从一个逻辑状态至另一逻辑状态的转变。

4. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述使能信号在被耦合至所述功率转换器输出的一个输出负载范围上的相继使能事件之间的时间而变动所述电流限制阈。

5. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

6. 根据权利要求5所述的控制器,其中所述固定的增大量小于所述电流限制阈范围,以致所述功率开关的多个开关循环被要求使所述电流限制阈生成器将所述电流限制阈从所述电流限制阈范围的最小电流限制阈变动到最大电流限制阈。

7. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,将所述电流限制阈增大至最高达最大电流限制阈。

8. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而随着相继使能事件之间的时间增大,在电流限制阈范围内减小所述电流限制阈。

9. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,在一个固定的时间段期间,将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

10. 根据权利要求9所述的控制器,其中所述固定的时间段为零。

11. 根据权利要求9所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述功率开关的每一通时间结束之后的所述固定的时间段之后,开始在所述电流限制阈范围内以一个减小速率减小所述电流限制阈。

12. 根据权利要求11所述的控制器,其中所述减小速率响应于耦合至所述功率转换器输入的输入电压而被调整。

13. 根据权利要求12所述的控制器,其中所述减小速率响应于所述输入电压而选自第一恒定的减小速率和第二恒定的减小速率中的一个。

14. 根据权利要求11所述的控制器,其中,随着所述电流限制阈逼近最小电流限制阈,所述减小速率减小。

15. 根据权利要求1所述的控制器,其中,所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述功率开关的每一通时间的结束以一增大速率增大所述电流限制阈,其中随着所述电流限制阈逼近最大电流限制阈,所述增大速率减小。

16. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述驱动电路包括锁存器,所述锁存器被耦合以生成所述驱动信号且被耦合以响应于所述使能事件而被设置,其中所述驱动电路还包括一个比较器,所述比较器被耦合,以响应于表示所述功率开关电流的电流感测信号与所述电流限制阈的比较而重置所述锁存器。

17. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器包括一个单稳态多谐振荡器,所述单稳态多谐振荡器被耦合,以生成一个单发脉冲从而确定一个固定的时间段,其中所述单稳态多谐振荡器被耦合,以接收所述驱动信号,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而生成所述单发脉冲。

18. 一种功率转换器,包括:

能量传递元件,通过功率开关被耦合至功率转换器输入,且被耦合至功率转换器输出,其中所述能量传递元件具有初级绕组和次级绕组,并且所述能量传递元件被耦合成在所述初级绕组和所述次级绕组之间传递能量;

使能电路,被耦合以接收表示所述功率转换器的输出的反馈信号并生成使能信号,该使能信号包括响应于所述功率转换器输出的使能事件;以及

控制器,被耦合至所述功率开关以控制所述功率开关的开合,从而调节所述功率转换器输出,所述控制器包括:

驱动电路,被耦合以接收所述使能信号和表示功率开关电流的电流感测信号,从而生成驱动信号来控制所述功率开关的开合,其中所述驱动电路被耦合,以当接收到所述使能事件时接通所述功率开关,以及响应于所述功率开关电流达到电流限制阈而关断所述功率开关;以及

电流限制阈生成器,被耦合以在所述功率开关的每一开关周期期间变动所述电流限制阈,其中对所述使能信号的使能事件的接收限定每一开关周期的开始,其中,所述电流限制阈生成器被耦合成响应于所述功率开关的每一通时间的结束而增大所述电流限制阈,并且被耦合成随着相继使能事件之间的时间增大而减小所述电流限制阈。

19. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述使能信号的相继使能事件之间的时间差响应于被耦合至所述功率转换器输出的负载。

20. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述使能信号在被耦合至所述功率转换器输出的一个输出负载范围上的相继使能事件之间的时间而变动所述电流限制阈。

21. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述功率开关的每一通时间的结束而将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

22. 根据权利要求21所述的功率转换器,其中所述固定的增大量小于所述电流限制阈范围,以致所述功率开关的多个开关循环被要求使所述电流限制阈生成器将所述电流限制

阈从所述电流限制阈范围的最小电流限制阈变动到最大电流限制阈。

23. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而将所述电流限制阈增大至最高达最大电流限制阈。

24. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而随着相继使能事件之间的时间增大,在电流限制阈范围内减小所述电流限制阈。

25. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述功率开关的每一通时间结束之后的一个固定的时间段之后,将所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内以一个减小速率减小。

26. 根据权利要求25所述的功率转换器,其中所述减小速率响应于被耦合至所述功率转换器输入的输入电压而被调整。

27. 根据权利要求26所述的功率转换器,其中所述减小速率响应于所述输入电压而选自第一恒定的减小速率和第二恒定的减小速率中的一个。

28. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述驱动电路包括锁存器,所述锁存器被耦合以生成所述驱动信号且被耦合以响应于所述使能事件而被设置,其中所述驱动电路还包括一个比较器,所述比较器响应于所述电流感测信号和所述电流限制阈的比较而重置所述锁存器。

29. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器包括一个单稳态多谐振荡器,所述单稳态多谐振荡器被耦合以生成一个单发脉冲从而确定一个固定的时间段,其中所述单稳态多谐振荡器被耦合以接收所述驱动信号,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而生成所述单发脉冲。

30. 根据权利要求18所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器包括一个电容器,所述电容器被耦合以生成所述电流限制阈,其中所述电容器被耦合,从而如果所述电流限制阈在电流限制阈范围内,则所述电容器在所述功率开关的每一通时间结束之后的一个固定的时间段期间通过第一电流源而被充电,以及其中所述电容器被耦合,从而如果所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内,则所述电容器在所述固定的时间段之后通过第二电流源被放电。

31. 一种用于向负载提供功率的方法,所述方法包括:

使用使能电路、控制器和感测电路在闭环中调节根据权利要求18-30中任一项所述的功率转换器的输出,所述感测电路被耦合以感测所述功率转换器的输出量。

具有斜坡时间调制的开关模式功率转换器控制器

[0001] 本申请是申请日为2014年3月12日,申请号为2014100903268,发明名称为“具有斜坡时间调制的开关模式功率转换器控制器”的中国发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明总体涉及功率转换器,更具体地涉及用于开关模式功率转换器的控制器。

背景技术

[0003] 电子器件使用功率来运行。由于开关模式功率转换器的效率高、尺寸小和重量低,所以它们通常被用于为许多当今的电子设备供电。常规的壁式插座提供高压交流电。在开关式功率转换器中,通过能量传递元件转换高压交流电(ac)输入,以提供经很好的调节的直流电(dc)输出。在运行时,用开关来提供预期输出是通过对开关模式功率转换器中的开关变动占空比(通常是开关的通(ON)时间与总开关周期的比率)、变动开关的开合频率或者变动开关的每单位时间的脉冲的数目。

[0004] 开关模式功率转换器还包括控制器。通过在闭环中感测和控制输出,可以实现输出调节。控制器可接收表示输出的信号,且控制器响应于该信号来变动一个或多个参数从而将输出调节至预期量。可利用各种控制模式,例如脉冲宽度调制(PWM)控制或通/断(OFF)控制。

发明内容

[0005] 根据本发明,这个目的是通过下述1和16的控制器、26的功率转换器以及39的方法来实现的,2-15、17-25和27-38是本发明的优选方案:

[0006] 1.一种用在功率转换器中的控制器,包括:

[0007] 驱动电路,被耦合以生成驱动信号来控制功率开关的开合,从而控制能量从功率转换器输入至功率转换器输出的传递;

[0008] 输入,用于接收使能信号,该使能信号包括响应于所述功率转换器输出的使能事件,其中所述驱动电路被耦合,以当接收到所述使能事件时接通所述功率开关,且响应于功率开关电流达到电流限制阈而关断所述功率开关;以及

[0009] 电流限制阈生成器,被耦合以接收来自所述驱动电路的驱动信号,且在所述功率开关的每一开关周期期间变动所述电流限制阈,其中对所述使能信号的使能事件的接收限定每一开关周期的开始。

[0010] 2.根据1所述的控制器,其中所述使能信号的相继使能事件之间的时间响应于所述功率转换器输出。

[0011] 3.根据1所述的控制器,其中所述使能事件包括在所述使能信号中从一个逻辑状态至另一逻辑状态的转变。

[0012] 4.根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述使能信号在被耦合至所述功率转换器输出的一个输出负载范围上的相继使能事件之间的时间而

变动所述电流限制阈。

[0013] 5. 根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

[0014] 6. 根据5所述的控制器,其中所述固定的增大量小于所述电流限制阈范围,以致所述功率开关的多个开关循环被要求使所述电流限制阈生成器将所述电流限制阈从所述电流限制阈范围的最小电流限制阈变动到最大电流限制阈。

[0015] 7. 根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,将所述电流限制阈增大至最高达最大电流限制阈。

[0016] 8. 根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而随着相继使能事件之间的时间增大,在电流限制阈范围内减小所述电流限制阈。

[0017] 9. 根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束,在一个固定的时间段期间,将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

[0018] 10. 根据9所述的控制器,其中所述固定的时间段基本为零。

[0019] 11. 根据9所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述功率开关的每一通时间结束之后的所述固定的时间段之后,开始在所述电流限制阈范围内以一个减小速率减小所述电流限制阈。

[0020] 12. 根据11所述的控制器,其中所述减小速率响应于耦合至所述功率转换器输入的输入电压而被调整。

[0021] 13. 根据12所述的控制器,其中所述减小速率响应于所述输入电压而选自第一恒定的减小速率和第二恒定的减小速率中的一个。

[0022] 14. 根据1所述的控制器,其中所述驱动电路包括锁存器,所述锁存器被耦合以生成所述驱动信号且被耦合以响应于所述使能事件而被设置,其中所述驱动电路还包括一个比较器,所述比较器被耦合,以响应于表示所述功率开关电流的电流感测信号与所述电流限制阈的比较而重置所述锁存器。

[0023] 15. 根据1所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器包括一个单稳态多谐振荡器,所述单稳态多谐振荡器被耦合,以生成一个单发脉冲从而确定一个固定的时间段,其中所述单稳态多谐振荡器被耦合,以接收所述驱动信号,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而生成所述单发脉冲。

[0024] 16. 一种用在功率转换器中的控制器,包括:

[0025] 驱动电路,被耦合以生成驱动信号,以控制功率开关的开合,从而控制能量从功率转换器输入至功率转换器输出的传递;

[0026] 输入,用于接收使能信号,所述使能信号包括响应于所述功率转换器输出的使能事件,其中所述驱动电路被耦合以响应于所述使能事件而接通所述功率开关,且其中所述驱动电路被耦合以响应于功率开关电流达到电流限制阈而关断所述功率开关;以及

[0027] 电流限制阈生成器,被耦合以接收来自所述驱动电路的驱动信号,从而生成所述电流限制阈,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述功率开关的每一通时间结束之后的一个固定的时间段期间,将所述电流限制阈在电流限制阈范围内以一个增大速率增

大,以及其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述固定的时间段之后,将所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内以一个减小速率减小,直至所述功率开关电流达到所述电流限制阈。

[0028] 17.根据16所述的控制器,其中所述驱动电路包括锁存器,所述锁存器被耦合以生成所述驱动信号,且被耦合以响应于所述使能事件而被设置,其中所述驱动电路进一步包括一个比较器,所述比较器响应于表示所述功率开关电流的电流感测信号与所述电流限制阈的比较而重置所述锁存器。

[0029] 18.根据16所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器包括一个单稳态多谐振荡器,所述单稳态多谐振荡器被耦合以生成一个单发脉冲,从而确定所述固定的时间段,其中所述单稳态多谐振荡器被耦合以接收所述驱动信号,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而生成所述单发脉冲。

[0030] 19.根据16所述的控制器,其中所述电流限制阈生成器包括一个电容器,所述电容器被耦合以生成所述电流限制阈,其中所述电容器被耦合,从而如果所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内,则所述电容器在所述固定的时间段期间通过第一电流源而被充电,以及其中所述电容器被耦合,从而如果所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内,则所述电容器在所述固定时间段之后通过第二电流源而被放电。

[0031] 20.根据19所述的控制器,其中所述第二电流源被耦合,以响应于被耦合至所述功率转换器输入的输入电压。

[0032] 21.根据19所述的控制器,其中所述第二电流源被耦合,从而响应于所述输入电压的第一值而以第一速率使所述电容器放电,以及其中所述第二电流源被耦合,从而响应于所述输入电压的第二值而以第二速率使所述电容器放电。

[0033] 22.根据19所述的控制器,其中所述第一电流源包括第一电流镜,所述第一电流镜被耦合在所述电容器和最大电流限制阈参考电压之间,以及其中所述第二电流源包括第二电流镜,所述第二电流镜被耦合在所述电容器和最小电流限制阈参考电压之间。

[0034] 23.根据22所述的控制器,其中所述第一电流镜包括p型金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),所述p型金属氧化物半导体场效应晶体管被耦合在所述电容器和所述最大电流限制阈参考电压之间,以及其中所述第二电流镜包括n型MOSFET,所述n型MOSFET被耦合在所述电容器和所述最小电流限制阈参考电压之间。

[0035] 24.根据16所述的控制器,其中所述固定的增大速率和所述固定的时间段的乘积小于所述电流限制阈范围,以致所述功率开关的多个开关循环被要求使所述电流限制阈生成器将所述电流限制阈从所述电流限制阈范围的最小电流限制阈变动到最大电流限制阈。

[0036] 25.根据16所述的控制器,其中所述增大速率的量值基本上大于所述减小速率的量值。

[0037] 26.一种功率转换器,包括:

[0038] 能量传递元件,通过功率开关被耦合至功率转换器输入,且被耦合至功率转换器输出,其中所述能量传递元件具有初级绕组和次级绕组,并且所述能量传递元件被耦合在所述初级绕组和所述次级绕组之间传递能量;

[0039] 使能电路,被耦合以接收表示所述功率转换器的输出的反馈信号并生成使能信号,该使能信号包括响应于所述功率转换器输出的使能事件;以及

[0040] 控制器,被耦合至所述功率开关以控制所述功率开关的开合,从而调节所述功率转换器输出,所述控制器包括:

[0041] 驱动电路,被耦合以接收所述使能信号和表示功率开关电流的电流感测信号,从而生成驱动信号来控制所述功率开关的开合,其中所述驱动电路被耦合,以当接收到所述使能事件时接通所述功率开关,以及响应于所述功率开关电流达到电流限制阈而关断所述功率开关;以及

[0042] 电流限制阈生成器,被耦合以在所述功率开关的每一开关周期期间变动所述电流限制阈,其中对所述使能信号的使能事件的接收限定每一开关周期的开始。

[0043] 27.根据26所述的功率转换器,其中所述使能信号的相继使能事件之间的时间差响应于被耦合至所述功率转换器输出的负载。

[0044] 28.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述使能信号在被耦合至所述功率转换器输出的一个输出负载范围上的相继使能事件之间的时间而变动所述电流限制阈。

[0045] 29.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,以响应于所述功率开关的每一通时间的结束而将所述电流限制阈在电流限制阈范围内增大一个固定的增大量。

[0046] 30.根据29所述的功率转换器,其中所述固定的增大量小于所述电流限制阈范围,以致所述功率开关的多个开关循环被要求使所述电流限制阈生成器将所述电流限制阈从所述电流限制阈范围的最小电流限制阈变动到最大电流限制阈。

[0047] 31.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而将所述电流限制阈增大至最高达最大电流限制阈。

[0048] 32.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而随着相继使能事件之间的时间增大,在电流限制阈范围内减小所述电流限制阈。

[0049] 33.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器被耦合,从而在所述功率开关的每一通时间结束之后的一个固定的时间段之后,将所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内以一个减小速率减小。

[0050] 34.根据33所述的功率转换器,其中所述减小速率响应于被耦合至所述功率转换器输入的输入电压而被调整。

[0051] 35.根据34所述的功率转换器,其中所述减小速率响应于所述输入电压而选自第一恒定的减小速率和第二恒定的减小速率中的一个。

[0052] 36.根据26所述的功率转换器,其中所述驱动电路包括锁存器,所述锁存器被耦合以生成所述驱动信号且被耦合以响应于所述使能事件而被设置,其中所述驱动电路还包括一个比较器,所述比较器响应于所述电流感测信号和所述电流限制阈的比较而重置所述锁存器。

[0053] 37.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器包括一个单稳态多谐振荡器,所述单稳态多谐振荡器被耦合以生成一个单发脉冲从而确定一个固定的时间段,其中所述单稳态多谐振荡器被耦合以接收所述驱动信号,从而响应于所述功率开关的每一通时间的结束而生成所述单发脉冲。

[0054] 38.根据26所述的功率转换器,其中所述电流限制阈生成器包括一个电容器,所述

电容器被耦合以生成所述电流限制阈，其中所述电容器被耦合，从而如果所述电流限制阈在电流限制阈范围内，则所述电容器在所述功率开关的每一通时间结束之后的一个固定的时间段期间通过第一电流源而被充电，以及其中所述电容器被耦合，从而如果所述电流限制阈在所述电流限制阈范围内，则所述电容器在所述固定的时间段之后通过第二电流源被放电。

[0055] 39.一种方法，包括：使用使能电路、控制器和感测电路在闭环中调节上述的功率转换器的输出，所述感测电路被耦合以感测所述功率转换器的输出量。

附图说明

[0056] 参考附图来描述本发明的非限制性和非穷举性实施方案，其中在各个视图中，相似的参考数字指示相似的部分，除非另有指定。

[0057] 图1是一个图，例示了根据本发明的教导的利用控制器的示例开关模式功率转换器。

[0058] 图2A是一个图，例示了根据本发明的教导的示例电流限制阈波形。

[0059] 图2B是一个时序图，例示了根据本发明的教导的示例电流限制阈和使能信号。

[0060] 图3是一个图，例示了根据本发明的教导的图1的控制器的一个实施例。

[0061] 图4是一个时序图，例示了根据本发明的教导的、表示图3的示例控制器的信号的多个示例波形。

[0062] 图5是一个时序图，以更多的细节例示了根据本发明的教导的、表示图4中所示的信号的示例波形。

[0063] 图6是另一时序图，例示了根据本发明的教导的、表示图3的示例控制器的信号的多个示例波形。

[0064] 图7是一个图，例示了根据本发明的教导的、图1的控制器的另一实施例。

[0065] 图8是一个时序图，例示了根据本发明的教导的、表示图7的示例控制器的信号的多个示例波形。

[0066] 在附图的这些视图中，相应的参考字符指示相应的部件。本领域的技术人员将意识到，附图中的元件是为了简单和清楚而示出的，并且不一定按比例绘制。例如，图中的一些元件的尺寸可以相对于其他元件被放大，以帮助增进对本发明的各个实施方案的理解。此外，常常没有描绘在商业上可行的实施方案中有用或必要的普通却公知的元件，以便于较小地妨碍本公开内容的各个实施方案的视图。

具体实施方式

[0067] 在下文的描述中，阐明了众多具体细节，以提供对本发明的透彻理解。然而，本领域的普通技术人员将明了，实践本发明无需采用所述具体细节。在其他情况下，没有详细描述公知的材料或方法，以避免模糊本发明。

[0068] 本说明书全文提到“一个实施方案”、“一实施方案”、“一个实施例”或“一实施例”意指，结合该实施方案或实施例描述的具体特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施方案中。因此，本说明书全文多处出现的短语“在一个实施方案中”、“在一实施方案中”、“一个实施例”或“一实施例”未必全都指相同的实施方案或实施例。再者，所述具体特

征、结构或特性可在任何一个或多个实施方案或实施例中以任何合适的组合和/或子组合结合。具体特征、结构或特性可被包括在集成电路、电子电路、组合逻辑电路或其他提供所描述的功能的合适的部件中。此外，应意识到，本文提供的图是为了向本领域普通技术人员解释，并且这些图未必按比例绘制。

[0069] 多种控制模式可被用于调节功率转换器的输出。在PWM峰电流模式控制中，开关保持通，直至开关中的电流达到调节阈。一旦达到调节阈，控制器在开关周期的剩余部分中关断开关。通常，控制器通过更改开关的占空比来调节功率转换器的输出。控制器可通过更改调节阈的量值来更改占空比。较大的调节阈相当于开关的较长的通时间以及较大的占空比。然而，应理解，对于单独的开关循环，调节阈通常是固定的。对于PWM峰电流模式控制，控制器通常接收表示功率转换器的输出的模拟信号。在一个实施例中，由控制器所接收的信号可传达所感测的功率转换器的输出与预期量相差多远。继而，控制器基于所接收的模拟信号来更改开关的占空比。

[0070] 另一种控制模式称为通/断控制，其使能或禁用开关循环。当一个循环被使能时，开关可传导电流，而在禁用循环期间，开关不能传导电流。控制器产生一连串的使能开关循环和禁用开关循环，从而调节功率转换器的输出。对于通/断控制，控制器通常接收表示功率转换器的输出的逻辑信号。在一个实施例中，由控制器接收的信号可以是一系列的逻辑电平脉冲，该系列的逻辑电平脉冲将使能或禁用开关。在另一实施例中，由控制器所接收的信号可以是用于使能或禁用开关的数字信号。

[0071] 在一种类型的通/断控制中，控制器在使能循环期间接通开关且持续一个固定的时间。在称为电流受限通/断控制的另一类型的通/断控制中，控制器在使能循环期间接通开关，且一旦开关中的电流达到电流限制阈时，控制器关断开关。通常，利用逻辑状态形式的使能信号来表示功率转换器的输出可能是有益的，因为所述使能信号可以比表示输出的模拟信号更加抗噪声。然而，由于对循环的使能和禁用，功率转换器的有效开关频率可落入可听噪声范围。此外，对于使用通/断控制的功率转换器，均方根(RMS)电流可能更高，这样功率转换器可能较低效。

[0072] 如将讨论的，根据本发明的教导的实施例提供了具有可变电流限制阈的电流受限通/断控制方案。关于所讨论的实施例，控制器接收表示功率转换器的输出的使能信号。该使能信号包括一系列的事件，该系列的事件使能或禁用功率开关。在一个实施例中，控制器响应于该使能信号的一个事件而接通功率开关，并且当功率开关中的电流达到可变电流限制阈时，控制器关断功率开关。该可变电流限制阈响应于在使能信号的相继事件之间的时间而变动。此外，该可变电流限制阈可响应于使能信号在被耦合至功率转换器的输出的一个负载范围上的事件之间的时间而变动。在一个实施例中，可变电流限制阈可以是斜坡信号，该斜坡信号连同使能信号的事件之间的时间可用于调制驱动信号，该驱动信号控制功率开关的开合，以调节功率转换器的输出。

[0073] 在一个实施例中，可变电流限制阈在功率开关的每一通时间的结束时以一个增大速率增大，持续一个固定的时间段或者直至达到最大电流限制阈。在另一实施例中，可变电流限制阈响应于功率开关的通时间的结束而增大一个固定的增大量。可变电流限制阈继而以一个减小速率减小，直至功率开关中的电流达到所述电流限制阈或者可变电流限制阈达到最小电流限制阈。这样，根据本发明的教导的实施例可具有增大的效率，并且可减小产生

可听噪声的可能性,同时保留表示功率转换器的输出的逻辑或数字使能信号的益处。

[0074] 举例而言,图1示出了一个示例功率转换器100,该示例功率转换器100包括输入V_{IN}102、能量传递元件T1 104、能量传递元件T1 104 的初级绕组106、能量传递元件T1 104的次级绕组108、开关S1 110、输入返回111、箝位电路112、整流器D1 114、输出电容器C1 116、输出返回117、负载118、感测电路120、使能电路122和控制器124。控制器124还包括驱动电路块126和电流限制阈生成器128。在一个实施例中,使能电路122和感测电路120还可被包括在控制器124中。图1 还例示了输出电压V_o130、输出电流I_o132、输出量U_o134、反馈信号 136、使能信号U_{EN}138、开关电流I_b140、电流感测信号142、驱动信号 144和电流限制阈信号U_{LIM_TH}148。图1中所例示的示例开关模式功率转换器100以回扫配置耦合,回扫配置仅仅是可受益于本发明的教导的开关模式功率转换器的一个实施例。应意识到,开关模式功率转换器的其他已知拓扑和配置还可受益于本发明的教导。

[0075] 在所例示的实施例中,功率转换器100从未经调节的输入V_{IN}102 提供输出功率至负载118。在一个实施例中,输入V_{IN}102是经整流和经滤波的ac线电压。在另一实施例中,输入电压V_{IN}102是dc输入电压。输入V_{IN}102被耦合至能量传递元件T1 104。在一些实施例中,能量传递元件T1 104可以是耦合电感器。在其他实施例中,能量传递元件 T1104可以是变压器。在图1的实施例中,能量传递元件T1 104包括两个绕组:初级绕组106和次级绕组108。N_P和N_S分别是初级绕组106 和次级绕组108的匝数。在图1的实施例中,初级绕组106可被认为是输入绕组,次级绕组108可被认为是输出绕组。初级绕组106还被耦合至功率开关S1 110,该功率开关S1 110继而还被耦合至输入返回111。此外,箝位电路112被耦合在能量传递元件T1 104的初级绕组106两端。

[0076] 能量传递元件T1 104的次级绕组108被耦合至整流器D1 114。在图1中例示的实施例中,整流器D1 114被示例为二极管,且次级绕组 108被耦合至二极管的阳极。在一些实施例中,整流器D1 114可以是被用作同步整流器的晶体管。当晶体管被用作同步整流器时,另一控制器(称作次级控制器)可被用于控制晶体管的接通和关断。在多个实施例中,使能电路122和/或感测电路120可被包括在次级控制器(未示出)中。如所描绘的实施例中示出的,输出电容器C1 116和负载118 被耦合至整流器D1 114。在图1的实施例中,输出电容器C1 116和负载118两者都被耦合至二极管的阴极。输出被提供至负载118,且可被提供作为输出电压V_o130、输出电流I_o132或者这两者的组合。

[0077] 功率转换器100还包括用以调节输出的电路系统,该电路系统被示例为输出量U_o134。感测电路120被耦合以感测输出量U_o134,并且提供反馈信号U_{FB}136,该反馈信号 U_{FB}136表示输出量U_o134。反馈信号 U_{FB}136可以是电压信号或电流信号。在一个实施例中,感测电路120 可感测来自附加绕组的输出量,该附加绕组被包括在能量传递元件 T1104中。在另一实施例中,在控制器124和使能电路122之间或者在使能电路122和感测电路120之间可能存在电流隔离(galvanic isolation) (未示出)。该电流隔离可以通过使用例如光耦合器、电容器或磁耦合等器件来实施。在另一实施例中,感测电路120可利用分压器感测来自功率转换器100的输出的输出量U_o134。通常,输出量U_o134是输出电压V_o130、输出电流 I_o132或者这两者的组合。

[0078] 如所描绘的实施例中所示,使能电路122被耦合至感测电路120,并且从感测电路 120接收表示功率转换器100的输出的反馈信号U_{FB}136。使能信号U_{EN}138可以是电压信号或

电流信号。在一个实施例中,使能信号U_{EN}138还表示功率转换器100的输出,并且提供信息至控制器124以使能或禁用功率开关S1 110。此外,使能信号U_{EN}138可包括一个或多个使能事件,所述一个或多个使能事件导致功率开关S1 110被使能(或被禁用)。例如,当接收到使能信号U_{EN}138中的使能事件时,功率开关S1 110可被使能。在一个实施例中,使能电路122输出使能信号U_{EN}138,该使能信号U_{EN}138在一个实施例中是具有变动长度的逻辑高区段和逻辑低区段的矩形脉冲波形。在另一实施例中,使能信号U_{EN}138可以是逻辑信号或数字信号。使能信号U_{EN}138中的使能事件可以是一个脉冲或一系列脉冲,该脉冲或该系列脉冲使能(或禁用)功率开关S1 110。在另一实施例中,使能信号U_{EN}138中的使能事件可以是从一个逻辑状态至另一逻辑状态的转变,这使能(或禁用)该功率开关S1 110。在另一实施例中,使能信号U_{EN}138可以是模拟信号,可以通过使能信号U_{EN}138与阈值交叉而指示使能事件。

[0079] 控制器124被耦合至使能电路122,且从使能电路122接收使能信号U_{EN}138。控制器124还包括用于接收电流感测信号142的以及用于将驱动信号144提供至功率开关S1 110的端子。电流感测信号142可以表示功率开关S1 110中的开关电流I_D140。电流感测信号142可以是电压信号或电流信号。此外,控制器124提供驱动信号144至功率开关S1 110,以控制各个开关参数,从而控制能量从功率转换器100的输入至功率转换器100的输出的传递。这样的参数的实施例可包括功率开关S1 110的开关频率、开关周期、占空比,或者分别的通时间和断时间。

[0080] 如图1中描绘的实施例中所例示的,控制器124包括驱动电路126和电流限制阈生成器128。驱动电路126被耦合,以接收使能信号U_{EN}138。在一个实施例中,驱动电路126响应于使能信号U_{EN}138而输出驱动信号144。在一些实施例中,驱动电路126还接收电流感测信号142,并且还响应于电流感测信号142而输出驱动信号144。电流限制阈生成器128被耦合,以接收来自驱动电路126的驱动信号144,并且还输出电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148至驱动电路126。在一个实施例中,电流限制阈生成器128被耦合,以响应于使能信号U_{EN}138的使能事件之间的时间来变动电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148。在一个实施例中,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148可以是斜坡信号,该斜坡信号连同使能事件之间的时间可被用于调制驱动信号144,以调节功率转换器的输出。

[0081] 例如,在一个实施例中,电流限制阈生成器128被耦合,从而在功率开关S1的每一通时间结束后的一个固定的时间段期间将电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148在电流限制阈范围内以一个增大速率增大。在一个实施例中,在功率开关S1 110的每一通时间结束后的该固定时间段之后,电流限制阈生成器128被耦合从而将电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148在电流限制阈范围内以一个减小速率减小,直至通过功率开关S1 110的电流达到电流限制阈。在一个实施例中,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148可以是电压信号或电流信号。如所例示的,驱动电路126还响应于电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148而输出驱动信号144。

[0082] 在图1的实施例中,输入电压V_{IN}102相对于输入返回111是正的,以及输出电压V_O130相对于输出返回117是正的。在图1中所例示的实施例中,输入返回111与输出返回117电流隔离。换句话说,施加在输入返回111和输出返回117之间的dc电压将产生基本为零的电流。因此,被电气耦合至初级绕组106的电路与被电气耦合至次级绕组108的电路电流隔离。例如,电流隔离可以通过在控制器124和使能电路122之间或者在使能电路122和感测电路120之间使用光耦合器、电容性耦合器或磁耦合器来实施。

[0083] 在一个实施例中,图1的功率转换器100从未经调节的输入 V_{IN102} 提供经调节的输出功率至负载118。功率转换器100利用能量传递元件 T1 104在初级绕组106和次级绕组108之间传递能量。箝位电路112 被耦合至能量传递元件T1 104的初级绕组106,以限制功率开关S1 110 上的最大电压。在图1中示出的示例功率转换器100中,箝位电路112 限制在功率开关S1 110被关断之后由初级绕组106的漏电感所导致的电压尖峰。功率开关S1 110响应于接收自控制器124的驱动信号144 而被打开和闭合,以控制能量从功率转换器100的输入至功率转换器 100的输出的传递。通常理解的是,闭合的开关可传导电流且被认为是通的,而打开的开关不能传导电流且被认为是断的。在图1的实施例中,功率开关S1 110响应于控制器124来控制电流 I_{D140} ,以满足功率转换器100的一个指定性能。在一些实施例中,功率开关S1 110可以是晶体管,控制器124可包括集成电路和/或分立的电气部件。在一个实施例中,控制器124和功率开关S1 110一起被包括在单个集成电路中。在一个实施例中,集成电路是单片集成电路。在另一实施例中,集成电路是混合集成电路。

[0084] 功率开关S1 110的运行还在初级绕组106两端产生时变电压 V_P 。通过变压器的动作,电压 V_P 的经缩放的副本在次级绕组108的两端产生,缩放因子是次级绕组108的匝数 N_S 除以初级绕组106的匝数 N_P 的比率。功率开关S1 110的开合还在整流器D1 114处产生脉动电流。通过输出电容器C1 116来对整流器D1 114中的电流进行滤波,以在负载118处产生基本恒定的输出电压 V_{O130} 、输出电流 I_{O132} ,或者这两者的组合。

[0085] 在所例示的实施例中,感测电路120感测输出量 U_{O134} ,以将表示功率转换器100的输出的反馈信号 U_{FB136} 提供至使能电路122。使能电路122接收反馈信号 U_{FB136} ,并且产生使能信号 U_{EN138} 。使能信号 U_{EN138} 表示功率转换器100的输出,并且提供信息至控制器124(使用使能事件)以使能或禁用功率开关S1 110。此外,使能信号 U_{EN138} 的使能事件之间的时间响应于功率转换器的输出。在多个实施例中,当输出量 U_{O134} 或反馈信号 U_{FB136} 落在一个阈值以下时,可生成使能事件。在一个实施例中,使能信号 U_{EN138} 可以利用一个脉冲(使能信号增大至一个逻辑高值,以及减小至一个逻辑低值)作为使能事件,来控制功率开关S1 110。

[0086] 在图1的实施例中,控制器124接收使能信号 U_{EN138} ,并且还接收电流感测信号142,该电流感测信号142表示功率开关S1 110中的所感测的开关电流 I_{D140} 。开关电流 I_{D140} 可以多种方式来感测,例如一个分立的电阻器两端的电压,或者当晶体管导通时该晶体管两端的电压。控制器124响应于各个输入而输出驱动信号144以运行功率开关S1 110,从而将输出量 U_{O134} 基本上调节为预期值。根据本发明的教导,通过使用感测电路120、使能电路122和控制器124,功率转换器100的输出在闭环中被调节。

[0087] 如所描绘的实施例中所示出的,控制器124还包括驱动电路126,该驱动电路126接收使能信号 U_{EN138} 和电流感测信号142。驱动电路 126响应于使能信号 U_{EN138} 和电流感测信号142而输出驱动信号144,以控制开合该功率开关S1 110,从而控制能量从功率转换器100的输入至功率转换器100的输出的传递。在一个实施例中,驱动电路126响应于使能事件而接通功率开关S1 110。在一个实施例中,当使能信号 U_{EN138} 脉动至逻辑高值时,驱动电路126接通功率开关S1 110。在一个实施例中,当以电流感测信号142表示的开关电流 I_{D140} 达到电流限制阈信号 U_{ILIM_TH148} 时,驱动电路126关断功率开关S1 110。在一个实施例中,驱动信号144是具有变动长度的逻辑高区段和逻辑低区段的矩形脉冲波形。驱动信号144可以是电压信号或电流信号。在一个实施例中,当驱动信号144是逻辑高时,功率开关S1 110为通,

以及当驱动信号144是逻辑低时,功率开关S1 110为断。

[0088] 如所描绘的实施例中所示出的,驱动信号144还被耦合以被电流限制阈生成器128接收。在一个实施例中,电流限制阈生成器128响应于驱动信号144而生成电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 。如将进一步讨论的,在功率开关S1 110的通时间结束之后的一个固定的时间段,将电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 在电流限制阈范围内以一个增大速率增大。换句话说,在功率开关S1 110的通时间结束时,将电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 在电流限制阈范围内增大一个固定的量。因而,在一个实施例中,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 不会增大超出最大电流限制阈。在该固定的时间段之后,将电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 在电流限制阈范围内以一个减小速率减小。在一个实施例中,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 减小,直至由电流感测信号142指示的开关电流 I_D140 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 或者直至电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 达到最小电流限制阈。

[0089] 如上面所提及的,驱动信号144响应于使能信号 U_{EN138} 而被生成。在一个实施例中,电流限制阈生成器128因而也响应于使能信号 U_{EN138} 而生成电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 。具体地,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 响应于使能信号 U_{EN138} 的在被耦合至功率转换器100的输出的一个负载范围上的使能事件之间的时间。在另一实施例中,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}148$ 可以是斜坡信号,该斜坡信号连同在使能事件之间的时间可被用于调制驱动信号144,以调节功率转换器的输出。这样,根据本发明的教导的实施例可具有增大的效率,并且可减小产生可听噪声的可能性,同时保留表示功率转换器100的输出的逻辑使能信号或数字使能信号的益处。

[0090] 图2A示出了一个示例图200,例示了根据本发明的教导的电流限制阈 I_{LIM250} 随时间减小的示例关系。具体地,图200例示了电流限制阈 I_{LIM250} 的第一关系252、电流限制阈 I_{LIM250} 的第二关系254、最大电流限制阈 $I_{TH_MAX}256$ 、最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 、时间 t_1260 和时间 t_2262 。还例示的是100%电流限制264,其相当于电流限制阈 I_{LIM250} 的最高值,由于电流限制阈 I_{LIM250} 是可变的且在功率开关S1 110关断之后的一个固定的时间段开始减小,所以开关电流 I_D140 可达到电流限制阈 I_{LIM250} 的最高值。在一个实施例中,该固定时间段基本为零。此外,电流限制阈范围265是最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 至最大电流限制阈 $I_{TH_MAX}256$ 之间的值范围,该电流限制阈生成器可在该范围上变动电流限制阈 I_{LIM250} 。

[0091] 如在示例第一关系252中所示出的,电流限制阈 I_{LIM250} 在电流限制阈范围265内以第一减小速率从最大电流限制阈 $I_{TH_MAX}256$ 减小至最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。电流限制阈 I_{LIM250} 在时间 t_1260 处达到最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。一旦电流限制阈 I_{LIM250} 减小至最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$,电流限制阈 I_{LIM250} 停止减小,且基本等于最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。

[0092] 如在示例第二关系254中所示,电流限制阈 I_{LIM250} 在电流限制阈范围265内以第二减小速率从最大电流限制阈 $I_{TH_MAX}256$ 减小至最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。电流限制阈 I_{LIM250} 在时间 t_2262 处达到最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。一旦达到最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$,电流限制阈 I_{LIM250} 停止减小,且基本上等于最小电流限制阈 $I_{TH_MIN}258$ 。第一关系 252 和第二关系 254 例示了电流限制阈 I_{LIM250} 相对于时间基本上线性地减小。然而,实施例还可包括电流限制阈 I_{LIM250} 是非线性和/或单调的关系。例如,该关系可以是二次式的、指数式的或分段线性的。另外的实施例还可包括电流限制阈 I_{LIM250} 可包括一系列减小阶梯的关系。该系列的

减小阶梯可基本线性地减小或非线性地减小。

[0093] 在一个实施例中,控制器可选择第一关系252或第二关系254,从而用于减小电流限制阈250。例如,在一个实施例中,控制器可响应于功率转换器100的输入电压V_{IN}102来选择第一关系252或第二关系254。图2A中例示的电流限制阈I_{LIM}250可被用于变动电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148。具体地,图2A中示出的关系可被用于确定电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148如何应答使能信号U_{EN}138和/或驱动信号144。

[0094] 图2B例示了另一示例图201,例示了电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248 随时间的关系。在所描绘的实施例中,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248、开关电流I_D240和使能信号U_{EN}238是上面关于图1所讨论的电流限制阈信号U_{ILIM_TH}148、开关电流I_D140和使能信号U_{EN}138各自的实施例。此外,第一关系252可被用于确定电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248如何应答使能信号U_{EN}238。

[0095] 如所描绘的实施例中所例示的,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248在电流限制阈范围265内从最大电流限制阈I_{TH_MAX}256减小。当在使能信号 U_{EN}238中出现使能事件时,这在该实施例中以使能信号U_{EN}238脉动至逻辑高值来指示(换句话说,使能脉冲被接收),功率开关S1 110接通,且开关电流I_D240开始增大。当开关电流I_D240达到电流限制阈信号 U_{ILIM_TH}248时,功率开关S1 110关断,开关电流I_D240下落为零。此外,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248响应于功率开关S1 110被关断而增大。在一个实施例中,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248增大至最大电流限制阈 I_{TH_MAX}256。然而,在另一些实施例中,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248在电流限制阈范围265内增大一个固定量。在图2B例示的实施例中,一旦电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248达到最大电流限制阈I_{TH_MAX}256,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248又一次开始减小。在图2B所示的实施例中,并未从使能信号U_{EN}238接收另一使能脉冲,这样电流限制阈信号 U_{ILIM_TH}248在电流限制阈范围265内减小至最小电流限制阈I_{TH_MIN}258。图2B还例示了虚线253,示出了如果使能信号U_{EN}238中的使能事件还未被接收且从而功率开关S1 110还未被接通,则电流限制阈信号U_{ILIM_TH}248将在电流限制阈范围265内如何减小。

[0096] 图3例示了一个示例控制器300,该示例控制器300在一个实施例中可以是图1的控制器100。应意识到,下文所引用的类似命名和编号的元件如上文所描述的那样被耦合以及起作用。如上文所提及的,驱动电路326被耦合,以接收使能信号U_{EN}338、电流感测信号342和电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348。在所例示的实施例中,驱动电路326被示出为包括锁存器366,该锁存器366在所例示的实施例中被耦合以通过比较器368来重置。在该实施例中,当比较器的输出被耦合至锁存器366的 R输入时,锁存器366被耦合以在其S输入处接收使能信号U_{EN}338。驱动信号344从锁存器366输出。如所示出的,驱动信号344从锁存器 366的Q输出处输出。如将进一步讨论的,如果使能信号U_{EN}338是逻辑高,则锁存器366的Q输出是逻辑高。在一个实施例中,使能信号 U_{EN}338是矩形脉冲波形,该矩形脉冲波形转变为逻辑高值,且快速降低至逻辑低值。在一个实施例中,使能信号U_{EN}338的逻辑高脉冲的出现可被称为使能事件。当在锁存器366的S输入处接收到使能事件时,驱动信号344转变为逻辑高值。当在锁存器366的R输入处接收到逻辑高值时,驱动信号344转变为逻辑低值。

[0097] 如所描绘的实施例中所示出的,比较器368被耦合,以接收电流感测信号342和电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348。在图3示出的实施例中,电流感测信号342在比较器368的非反相输入处被接收,而电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348在比较器368的反相输入处被接收。当电流感测信号342 达到电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348时,驱动信号344转变为逻辑低值。如上面所提

及的,在一个实施例中,电流感测信号342表示开关电流 I_{D140} 。这样,当以电流感测信号342表示的开关电流 I_{D140} 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}348$ 时,驱动信号344转变为逻辑低值。在一个实施例中,驱动信号344是具有变动长度的逻辑高区段和逻辑低区段的矩形脉冲波形。在一个实施例中,驱动信号344是逻辑高的时间长度相应于功率开关S1 110的通时间(t_{on}),以及驱动信号344是逻辑低的时间长度相应于功率开关S1 110的断时间(t_{off})。此外,驱动信号344的上升沿之间的时间长度可称为开关周期 T_S 。

[0098] 电流限制阈生成器328被耦合以接收来自驱动电路326的驱动信号344。在图3中所描绘的实施例中,单稳态多谐振荡器370被耦合,以接收来自锁存器366的驱动信号344。在一个实施例中,该单稳态多谐振荡器370响应于驱动信号344的边沿而生成具有一个固定的时间段的脉冲(换句话说,该脉冲是逻辑高持续一个固定的时间段)。在一个实施例中,该单稳态多谐振荡器370响应于驱动信号344的下降沿而生成具有一个固定的时间段的脉冲。换句话说,该单稳态多谐振荡器370在功率开关的通时间(t_{on})的结束时生成具有固定的时间段的脉冲。该单稳态多谐振荡器370的输出被称为单发信号(one shot signal)OS390。

[0099] 如所例示的,与门386和反相器389被耦合,以从单稳态多谐振荡器370接收单发信号OS390。反相器389还被耦合至与门388,使得与门388接收经反相的单发信号 $\overline{OS}391$ 。与门386和388(分别)输出充电信号CHG392和放电信号DIS394,以控制开关S2 374和S3 378的开合。开关S2 374的一端耦合至电流源372,而开关S2 374的另一端耦合至开关S3 378的一端。开关S3 378的另一端耦合至电流源376。电容器380的一端耦合至开关S2 374和开关S3 378之间的节点。如所例示的,电容器380两端的电压从电流限制阈生成器328输出作为电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}348$ 。

[0100] 在一个实施例中,电流源376可以是受控电流源。如图3中例示的,电流源376可被耦合以接收选择信号SELECT396。选择信号396可被用于选择电流源376的 I_{DIS} 的量值。返回参考由图2A所描绘的实施例,第一或第二关系252或254可响应于功率转换器100的输入电压 V_{IN102} 而被选择用于电流限制阈250。如将进一步讨论的,电流源376的 I_{DIS} 的量值影响电容器380的放电速率。这样,根据本发明的教导,选择信号396可响应于功率转换器的输入电压 V_{IN102} 而选择电流源376的 I_{DIS} 的量值。例如,在一个实施例中,根据本发明的教导,选择信号396可针对 V_{IN102} 的第一输入电压值将 I_{DIS} 设置为第一量值,以及选择信号396可针对 V_{IN102} 的第二输入电压值将 I_{DIS} 设置为第二量值。换句话说,根据本发明的教导,在一个实施例中,可响应于输入电压 V_{IN} 来选择针对电流源376的多个不同的 I_{DIS} 量值,如通过图3中的选择信号396所表示的。在一个实施例中,较低的输入电压 V_{IN102} 可相应于 I_{DIS} 的较大的量值。在另一实施例中,电流源376的 I_{DIS} 的第一量值可被选择用于第一范围的 V_{IN102} ,电流源376的 I_{DIS} 的第二量值可被选择用于第二范围的 V_{IN102} 。在一个实施例中,可存在多个范围的 V_{IN102} 以及用于电流源376的 I_{DIS} 的相应的量值。在一个实施例中, V_{IN102} 的范围可相应于在不同地域中运行所需要的ac电压范围;对于日本和美国,100VAC-15%至115VAC+15%,对于欧洲,230VAC+/-15%,等。

[0101] 比较器382和384都被耦合至电容器380,以接收电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}348$ 。如所例示的,比较器382在其非反相输入处接收电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}348$,而比较器384在其反相输入处接收电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}348$ 。比较器382还在其反相输入处接收最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}356$,而比较器384在其非反相输入处接收最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}358$ 。在所例示

的实施例中,与门386和388被耦合,以分别接收比较器382和384的经反相的输出,如由针对与门386和388的输入中的一个处的小圆圈所例示的。

[0102] 当单发信号OS390转变为逻辑高值时,充电信号CHG转变为逻辑高值,且开关S2 374闭合。此外,放电信号DIS394转变为逻辑低值,且打开开关S3 378。这样,电容器380通过电流源372以电流I_c充电。在一个实施例中,电容器380两端的电压(即,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348)增大的量成比例于由电流源372所提供的电流I_c的量值以及单发信号OS390为逻辑高的时间量(即,固定时间段)。具体地,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348增大的量基本上等于电流I_c的量值与所述固定时间段的乘积除以电容器380的电容。或者,数学上为:

$$\Delta U_{ILIM_TH} \cong \frac{I_c t_{FIXED}}{C} \quad \text{或者换句话说,电流限制阈信号U}_{ILIM_TH}380 \text{的增大速率成比例于电流 I}_c$$

的量值和电容器380的电容。

[0103] 如果单发信号OS390转变为逻辑低值,或者电容器380两端的电压(即,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348)达到最大电流限制阈U_{TH_MAX}356,则充电信号CHG392转变为逻辑低。当充电信号CHG392为逻辑低值时,开关S2 374打开,电容器380不再由电流源372充电。

[0104] 当经反相的单发信号OS391转变为逻辑高值时,放电信号DIS394 转变为逻辑高值,且闭合开关S3 378。这样,电容器380通过电流源 376以电流I_{DIS}放电。电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348的减小速率成比例于电流I_{DIS}的量值和电容器380的电容。在一个实施例中,增大速率的量值大于减小速率的量值。

[0105] 如果经反相的单发信号OS391转变为逻辑低值,或者如果电容器 380两端的电压(即,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}348)达到最小电流限制阈U_{TH_MIN}358,则放电信号DIS394转变为逻辑低。当放电信号DIS394 为逻辑低值时,开关S3 378打开,且电容器380不再通过电流源376 放电。

[0106] 参考图4,示出了一个时序图400,例示了根据本发明的教导的图 3的控制器300的信号的多个示例波形。应意识到,下面所引用的类似命名和编号的元件如上面所描述的那样被耦合以及起作用。在图4描述的实施例中,电流限制阈范围465是在最小电流限制阈U_{TH_MIN}458至最大电流限制阈U_{TH_MAX}456之间的值范围,该电流限制阈生成器328 可在该值范围内变动电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448。在时序图400中所描述的波形例示了,在一个实施例中,针对单发信号OS490是逻辑高的每一固定的时间段,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448的固定增大量小于电流限制阈范围465,使得在功率开关S1 110的多个相继的开关循环发生之后,电流限制阈生成器328可将电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448从最小电流限制阈U_{TH_MIN}458变动至最高达最大电流限制阈U_{TH_MAX}456。例如,在图4示出的实施例中,相继的三个开关周期被用于将电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448从最小电流限制阈U_{TH_MIN}458变动至最大电流限制阈 U_{TH_MAX}456。在其他实施例(未示出)中,针对每一固定的时间段,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448可以从最小电流限制阈U_{TH_MIN}458变动至最高达最大电流限制阈U_{TH_MAX}456变动。

[0107] 举例而言,在开关周期T₁开始时,电流限制阈信号U_{ILIM_TH}448(示出为粗线)基本上等于最小电流限制阈U_{TH_MIN}458。使能事件被锁存器 366接收(如由转变为逻辑高值的使能信号U_{EN}438所示出的),以及驱动信号444转变为逻辑高值,这从而接通功率开关S1 110。电流感测信号442(表示开关电流I_{D140})从零开始增大。开关电流I_{D140}和电流感测信号442增

大的速率成比例于功率转换器的输入电压 V_{IN} 。当电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 时, 比较器 368 的输出转变为逻辑高值, 这将重置锁存器 366, 导致驱动信号 444 转变为逻辑低值, 以及功率开关 S1_110 被关断。如所示出的, 驱动信号 444 为逻辑高的时间被称为功率开关 S1_110 的通时间 (t_{ON}), 以及驱动信号 444 为逻辑低的时间可被称为功率开关 S1_110 的断时间 (t_{OFF})。一旦功率开关被关断, 电流感测信号 442 下降为零。

[0108] 在开关周期 T_1 期间, 在驱动信号 444 的下降沿处, 单发信号 OS490 转变为逻辑高值持续一个固定的时间段。在开关周期 T_1 期间, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值小于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$, 持续整个固定的时间段。这样, 只要单发信号 OS490 为逻辑高, 则比较器 382 的输出为逻辑低, 充电信号 CHG392 为逻辑高。开关 S2_374 被闭合, 且电容器被电流源 372 充电。结果, 只要充电信号 CHG392 是逻辑高, 则电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 增大。

[0109] 如所示例的, 在功率开关的通时间 t_{ON} 结束之后的一个固定的时间段期间, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 在电流限制阈范围 465 内以一个增大速率增大。返回参考图 3, 用于电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的增大速率基本上成比例于由电流源 372 所提供的电流 I_c 和电容器 380 的电容。具体地, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 可增大的最大量基本上等于电流 I_c 的量值与固定时间段的乘积除以电容器 380 的电容。如所例示的实施例中示出的, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 可增大的最大量小于电流限制阈范围 465。

[0110] 由于在固定的时间段结束时单发信号 OS490 转变为逻辑低值, 经反相的单发信号 $\overline{OS491}$ 转变为逻辑高值。比较器 384 的输出为逻辑低, 只要电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值大于最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}458$ 。这样, 从与门 388 输出的放电信号 DIS494 为逻辑高, 直至经反相的单发信号 $\overline{OS491}$ 转变为逻辑低值或者电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值达到最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}458$ 为止。如所例示的, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 以一个减小速率减小, 直至电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 。返回参考图 3, 该减小速率基本上成比例于由电流源 376 所提供的电流 I_{DIS} 和电容器 380 的电容。

[0111] 在开关周期 T_2 开始时, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 仍以该减小速率减小。另一使能事件被接收 (如由在开关周期 T_2 开始时转变为逻辑高值的使能信号 $U_{EN}438$ 所示出的), 这将设置锁存器 366 并且导致驱动信号 444 转变为逻辑高值, 该逻辑高值接通功率开关 S1_110。当电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ (其仍在减小) 时, 比较器 368 的输出转变为逻辑高值, 这将重置锁存器 366, 并且导致驱动信号 444 转变为逻辑低值, 该逻辑低值关断功率开关 S1_110。

[0112] 继续图 4 中所描绘的实施例, 在开关周期 T_2 期间, 在通时间 t_{ON} 结束时, 单发信号 OS490 转变为逻辑高值。类似于开关周期 T_1 , 在开关周期 T_2 期间, 在单发信号 OS490 为逻辑高的整个固定的时间段, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值小于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 。这样, 充电信号 CHG492 在整个固定的时间段为逻辑高, 且当单发信号 OS490 在该固定的时间段之后转变为逻辑低值时, 充电信号 CHG492 转变为逻辑低。或者换句话说, 充电信号 CHG492 基本上跟随单发信号 OS490。在固定的时间段结束时 (即, 单发信号 OS490 已转变为逻辑低值, 且经反相的单发信号 $\overline{OS491}$ 已转变为逻辑高值), 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 以该减小速率减小, 直至最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}458$ 或电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 。在所示出的实施例中, 电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 减小, 直至电流感测信号 442 达

到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 。

[0113] 如所描绘的实施例中所示出的,另一使能事件在开关周期 T_3 开始时被接收,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 仍以该减小速率减小。开关周期 T_3 类似于开关周期 T_2 。然而,在单发信号 OS490 的固定的时间段结束时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 刚刚达到最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 。在该固定的时间段结束时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 开始减小。

[0114] 另一使能事件在开关周期 T_4 开始时被接收,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 仍以该减小速率减小。驱动信号 444 转变为逻辑高值,且功率开关被接通。当电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 时,比较器 368 的输出转变为逻辑高值,驱动信号 444 转变为逻辑低值,以及该功率开关被关断。

[0115] 在开关周期 T_4 期间,在通时间 t_{ON} 结束时,单发信号 OS490 转变为逻辑高值。在开关周期 T_4 期间,在通时间 t_{ON} 结束时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值小于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 。这样,比较器 382 的输出为逻辑低,且充电信号 CHG492 为逻辑高。开关 S2 374 被接通,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 开始增大。

[0116] 然而,不同于开关周期 T_1 、 T_2 和 T_3 ,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 在该固定的时间段结束(即,该单发信号 OS490 仍为逻辑高)之前达到最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 。当电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 达到最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 时,比较器 382 的输出为逻辑高,且充电信号 CHG492 转变为逻辑低值。这样,开关 S2 374 被关断,电容器 380 不再由电流源 372 充电。如将在图 5 中进一步例示的,在单发信号 OS490 为逻辑高值的固定时间段的剩余部分期间,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 保持基本上等于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$ 。或者换句话说,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 基本上等于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}456$,直至单发信号 OS490 转变为逻辑低值。

[0117] 在该固定时间段结束时,经反相的单发信号 $\overline{OS491}$ 转变为逻辑高值。比较器 384 的输出为逻辑低,因为电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 的值大于最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}458$ 。结果,放电信号 DIS494 为逻辑高,开关 S3 378 被闭合,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 减小,直至电流感测信号 442 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$,或者电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}448$ 达到最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}458$ 。在图 4 所示的实施例中,针对开关周期 T_5 、 T_6 、 T_7 和 T_8 示出的波形类似于关于上面所讨论的开关周期 T_4 所描述的波形。

[0118] 图 5 是一个时序图,以更多的细节例示了根据本发明的教导的图 4 中所示出的信号的各个示例波形。具体地,时序图 500 例示了电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 在最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}556$ 处被箝位在电流限制阈范围内的一一个实施例。在功率开关 S1 100 的通时间结束时(如由转变为逻辑低值的驱动信号 544 所示),单发信号 OS590 转变为逻辑高值。如上面所提及的,单发信号 OS590 为逻辑高时的时间长度可称为固定的时间段。在该固定的时间段开始时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 小于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}556$,且比较器 382 的输出为逻辑低。这样,当单发信号 OS590 转变为逻辑高值时,充电信号 CHG592 转变为逻辑高值。开关 S2 374 被闭合,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 增大。

[0119] 然而,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 在单发信号 OS590 的固定时间段结束之前达到最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}556$ 。比较器 382 的输出转变为逻辑高值,因此充电信号 CHG592 转变为逻辑低值。在单发信号 OS590 的固定时间段的剩余部分期间,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 基本上等于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}556$ 。一旦单发信号 OS590 转变为逻辑低值,则经反相的单发信

号 \overline{OS} 转变为逻辑高值,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}548$ 开始减小。

[0120] 现在参考图6,示出了图3的控制器300的信号的各个示例波形的时序图600。应意识到,下面所引用的类似命名和编号的元件如上面所描述的被耦合以及起作用。此外,在时序图600中所描述的波形例示了电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 可在电流限制阈范围665内被箝位至最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$ 的实施例。电流限制阈范围665是最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$ 至最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}656$ 之间的值范围,电流限制阈生成器328可变动该电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 。

[0121] 如在该实施例中所示出的,使能事件在开关周期 T_N 的开始时被接收,且功率开关被接通。当电流感测信号642达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 时,驱动信号644转变为逻辑低值,功率开关被关断。开关周期 T_N 类似于上面所描述的开关周期 T_4 至 T_8 。在所示的实施例中,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 在电流限制阈范围665内增大至最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}656$,并且当放电信号DIS694转变为逻辑高值时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 开始减小。

[0122] 使能事件在开关周期 T_{N+1} 的开始时被接收,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 仍在减小。驱动信号644转变为逻辑高值,且功率开关S1110 被接通。当以电流感测信号642表示的开关电流 I_D140 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 时,驱动信号644转变为逻辑低值,且功率开关S1 110 被关断。如前面所讨论的,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 在驱动信号644 的通时间(t_{ON})结束时开始增大。在开关周期 T_{N+1} 期间,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 的值小于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}656$,且在该单发信号OS的整个固定的时间段中,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 增大。这样,只要该单发信号OS为逻辑高,充电信号CHG692就为逻辑高。

[0123] 在该固定的时间段结束时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 大于最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$,且经反相的单发信号 $\overline{OS}691$ 转变为逻辑高值。放电信号DIS694为逻辑高,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 开始在电流限制阈范围665内减小。然而,当电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 达到最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$ 时,比较器384的输出转变为逻辑高值,而放电信号DIS694转变为逻辑低值,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 保持基本上等于最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$ 。电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 保持箝位至最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}658$,直至驱动信号644的下一通时间结束。在所示出的实施例中,在开关周期 T_{N+2} 期间,在通时间(t_{ON}) 结束时,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}648$ 开始增大。

[0124] 图7例示了一个示例控制器700,该示例控制器700是根据本发明的教导的图1中所示的控制器100的另一实施例。应意识到,下面所引用的类似命名和编号的元件如上面所描述的那样被耦合以及起作用。控制器700与图3中所示的控制器共享许多类似性,然而,控制器700包括作为电流镜而被耦合在一起的晶体管,所述电流镜被耦合从而为开关 S2 774和S3 778充电和放电。此外,电流限制阈生成器728利用电流镜而非如图3中所示的比较器和与门来将电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}748$ 箝位至最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}758$ 或最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}756$ 。

[0125] 驱动电路块726类似于图3中所示的驱动电路块326。驱动信号744 从锁存器766输出至单稳态多谐振荡器770。类似于上面描述的单稳态多谐振荡器370,单稳态多谐振荡器770响应于驱动信号744的边沿而生成具有固定的时间段的脉冲(换句话说,该脉冲在固定的时间段中为逻辑高)。例如,单稳态多谐振荡器770响应于驱动信号744的下降沿而生成具

有固定的时间段的脉冲。单稳态多谐振荡器770的输出称为单发信号OS790。

[0126] 单稳态多谐振荡器770的输出还被耦合,以控制开关S2 774的开合。在所示出的实施例中,控制开关S2 774的信号称为充电信号 CHG792。在所示出的实施例中,充电信号 CHG792与单发信号OS790 基本上相同。反相器789还被耦合,以从单稳态多谐振荡器770接收单发信号OS790。反相器789的输出还被耦合,以控制开关S3 778的开合。在所示出的实施例中,反相器789的输出还称为放电信号DIS794。在所示出的实施例中,放电信号DIS794为经反相的单发信号OS790。

[0127] 电容器780一端被耦合在开关S2 774和开关S3 778之间。此外,开关S2 774的一端被耦合至晶体管797。晶体管795和797被耦合在一起作为电流镜。在一个实施例中,晶体管795和797是p型金属氧化物半导体晶体管(MOSFET)。如所例示的,晶体管795和797镜像由电流源772所提供的电流 I_c 。在所示出的实施例中,由晶体管795和797 所形成的电流镜称为最大电流限制阈 U_{TH_MAX} 756。

[0128] 开关S3 778还被耦合至晶体管799。晶体管798和799被耦合在一起作为电流镜。在一个实施例中,晶体管798和799是n型MOSFET。如所例示的,晶体管798和799镜像由电流源776所提供的电流 I_{DIS} 。在一个实施例中,电流源776可以是受控电流源。如图7中所例示的,电流源776可被耦合,以接收选择信号SELECT796。在一个实施例中,选择信号796可被用于变动电流源776的 I_{DIS} 的量值。在所示出的实施例中,由晶体管798和799所形成的电流镜被称为最小电流限制阈 U_{TH_MIN} 758。在该实施例中,选择信号796可以响应于功率转换器的输入电压 V_{IN} 而选择电流源776的 I_{DIS} 的量值。例如,在一个实施例中,选择信号796可以响应于 V_{IN102} 的第一输入电压值而设置 I_{DIS} 的第一量值,且选择信号796可响应于 V_{IN102} 的第二输入电压值而设置 I_{DIS} 的第二量值。在一个实施例中,较低的输入电压 V_{IN} 可以相应于较大量值的 I_{DIS} 。

[0129] 在运行时,开关S2 774和S3 778分别响应于电流源772或776而被打开和闭合,以使电容器780充电或放电。在驱动信号744的下降沿处,单发信号OS790转变为逻辑高值且持续一个固定的时间段,开关 S2 774闭合。此外,放电信号DIS794转变为逻辑低值,且打开开关S3 778。这样,电容器780响应于具有电流 I_c 的电流源772而被充电,电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748增大。当单发信号OS790在固定的时间段结束时转变为逻辑低值时,放电信号 DIS794转变为逻辑高值且闭合开关 S3 778。这样,电容器780响应于具有电流 I_{DIS} 的电流源776而放电,且电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748减小。

[0130] 然而,由晶体管795和797以及晶体管798和799所形成的电流源对应地称为最大电流限制阈 U_{TH_MAX} 756和最小电流限制阈 U_{TH_MIN} 758。随着电容器780两端的电压(即,电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748)达到最大电流限制阈 U_{TH_MAX} 756,由晶体管795和797所形成的电流镜不再能够镜像由电流源772所提供的电流 I_c ,将提供较少的电流以为电容器 780充电。对于当电容器780两端的电压(即,电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748)达到最小电流限制阈 U_{TH_MIN} 758时,是类似的情况。因而,随着电容器780两端的电压逼近最大电流限制阈 U_{TH_MAX} 756或最小电流限制阈 U_{TH_MIN} 758,电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748增大或减小的速率将减慢。或者换句话说,电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748的增大速率和减小速率的量值将减小。在一个实施例中,电流镜不能够正确地对电流 I_c 和 I_{DIS} 对应地进行镜像的点(电流限制阈信号 U_{ILIM_TH} 748的增大速率和减小速率开始降低的点)部分地依赖于晶体管795、797、798和799 的通道宽度和通道长度之

间的比率。最后,电流限制阈生成器728将电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}748$ 箝位至最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}758$ 或最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}756$ 。

[0131] 图8是一个时序图800,例示了根据本发明的教导的、图7中所示的信号的多个示例波形。具体地,时序图800例示了电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 在电流限制阈范围内被箝位在最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}856$ 和最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}858$ 处。使能事件被接收(如由使能信号838 的脉冲所示出的),驱动信号844转变为逻辑高值,且功率开关S1 110 被接通。当以电流感测信号842表示的开关电流 I_{D140} 达到电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 时,驱动信号844转变为逻辑低值,且功率开关S1 110 被关断。在通时间结束时,充电信号CHG892转变为逻辑高值,且放电信号894转变为逻辑低值。开关S2 774被闭合,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 增大。如上面所提及的,充电信号CHG892为逻辑高的时间长度可称为固定的时间段。

[0132] 然而,随着电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 在固定的时间段结束之前逼近最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}756$,由晶体管795和797所形成的电流镜不再能够镜像由电流源772所提供的电流 I_c ,且将提供较少的电流以为电容器780充电。这样,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 的增大速率减小,如由更接近于最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}856$ 的电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 的弯曲特性所示出的。该弯曲特性的形状可部分地由晶体管 795和797的通道宽度和通道长度之间的比率确定。一旦电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 达到最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}856$,由晶体管795和797 所形成的电流镜基本上不提供电流,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 基本箝位在最大电流限制阈 $U_{TH_MAX}856$ 处。

[0133] 在固定通时间结束时,放电信号DIS894转变为逻辑高值,开关S3 778被闭合,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 开始在电流限制阈范围865 内减小。然而,随着电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 逼近最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}858$,由晶体管798和799所形成的电流镜不再能够镜像由电流源776所提供的电流 I_{DIS} ,将提供较少的电流以使电容器780放电。这样,电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 的减小速率的量值减小,如由更接近于最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}858$ 的电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 的弯曲特性所示出的。弯曲特性的形状可以部分地由晶体管798和799的通道宽度和通道长度之间的比率确定。一旦电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 达到最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}858$,由晶体管798和799所形成的电流镜基本上不提供电流,且电流限制阈信号 $U_{ILIM_TH}848$ 基本上被箝位在最小电流限制阈 $U_{TH_MIN}858$ 。

[0134] 上文对本发明的所例示的实施例的描述,包括摘要中描述的内容,不意在是穷举性的或者是对所公开的确切形式的限制。尽管在这里出于例示目的描述了本发明的具体实施方案和实施例,但在不脱离本发明的较宽泛精神和范围的前提下,多种等同修改是可行的。其实,应认识到,具体的示例性的电压、电流、时间等是出于解释目的而提供的,并且在根据本发明内容的教导的其他实施方案和实施例中也可采用其他值。

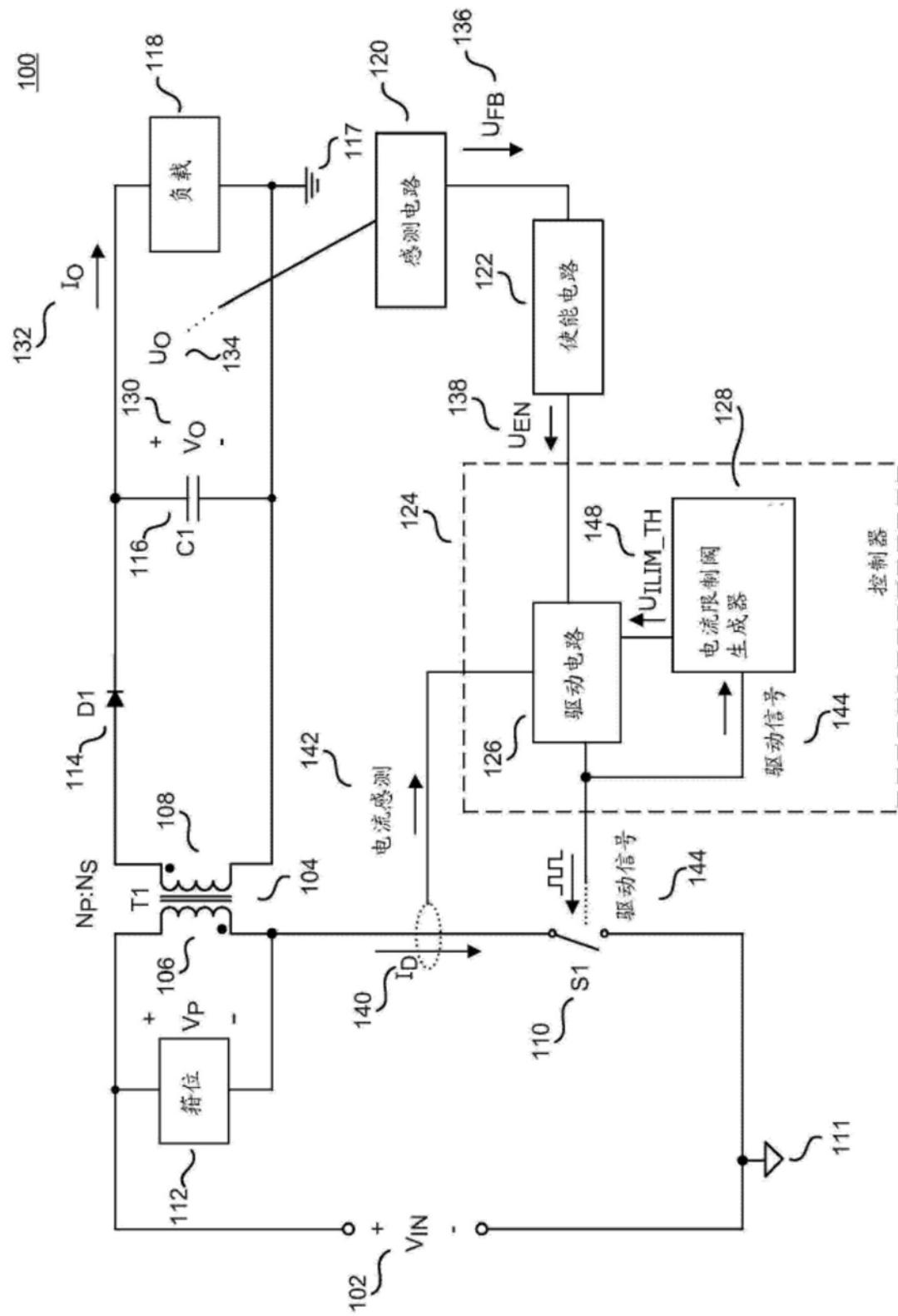


图1

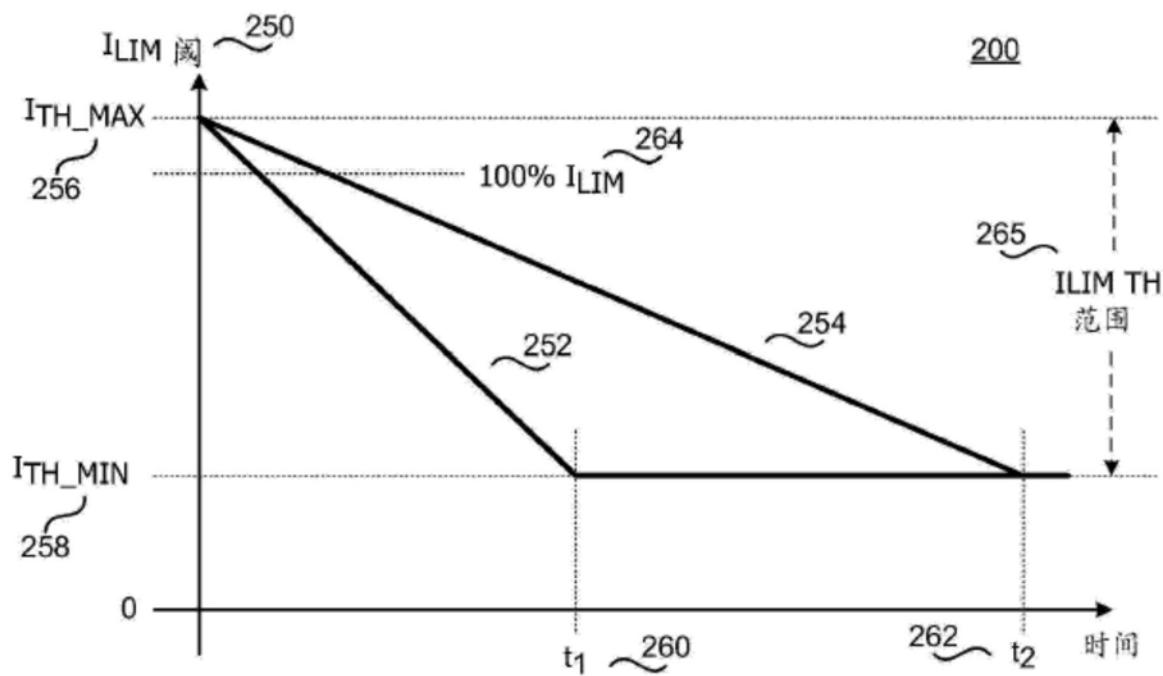


图2A

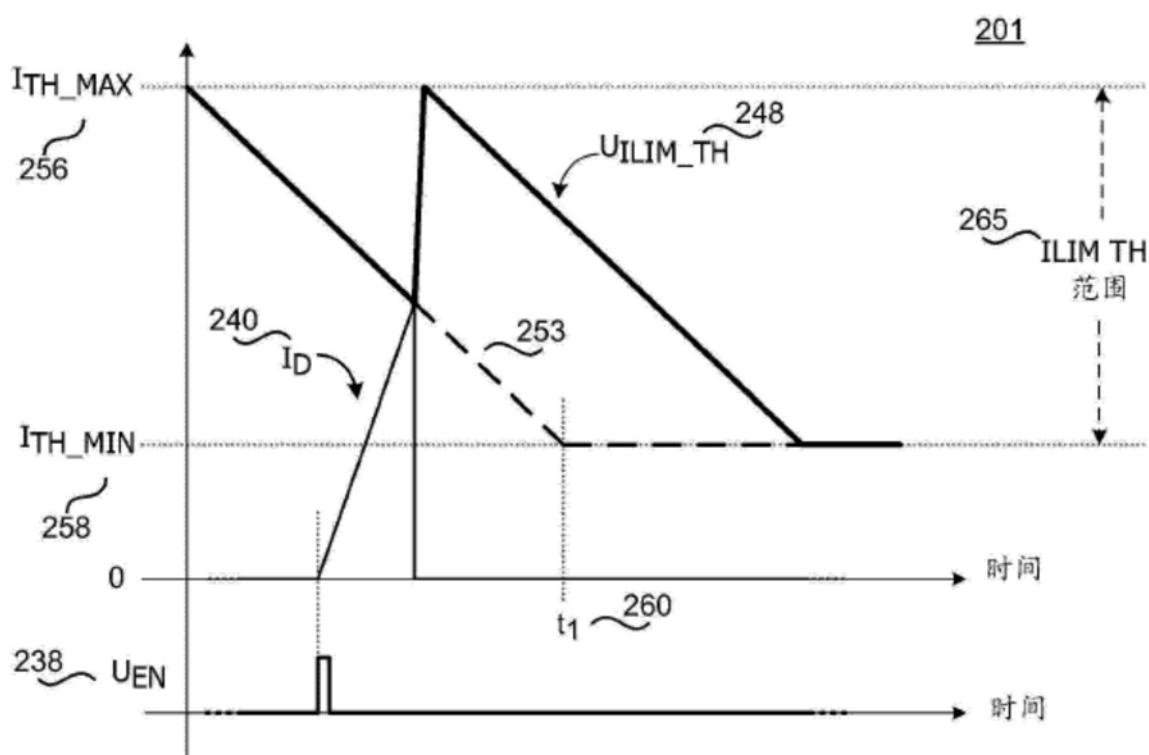


图2B

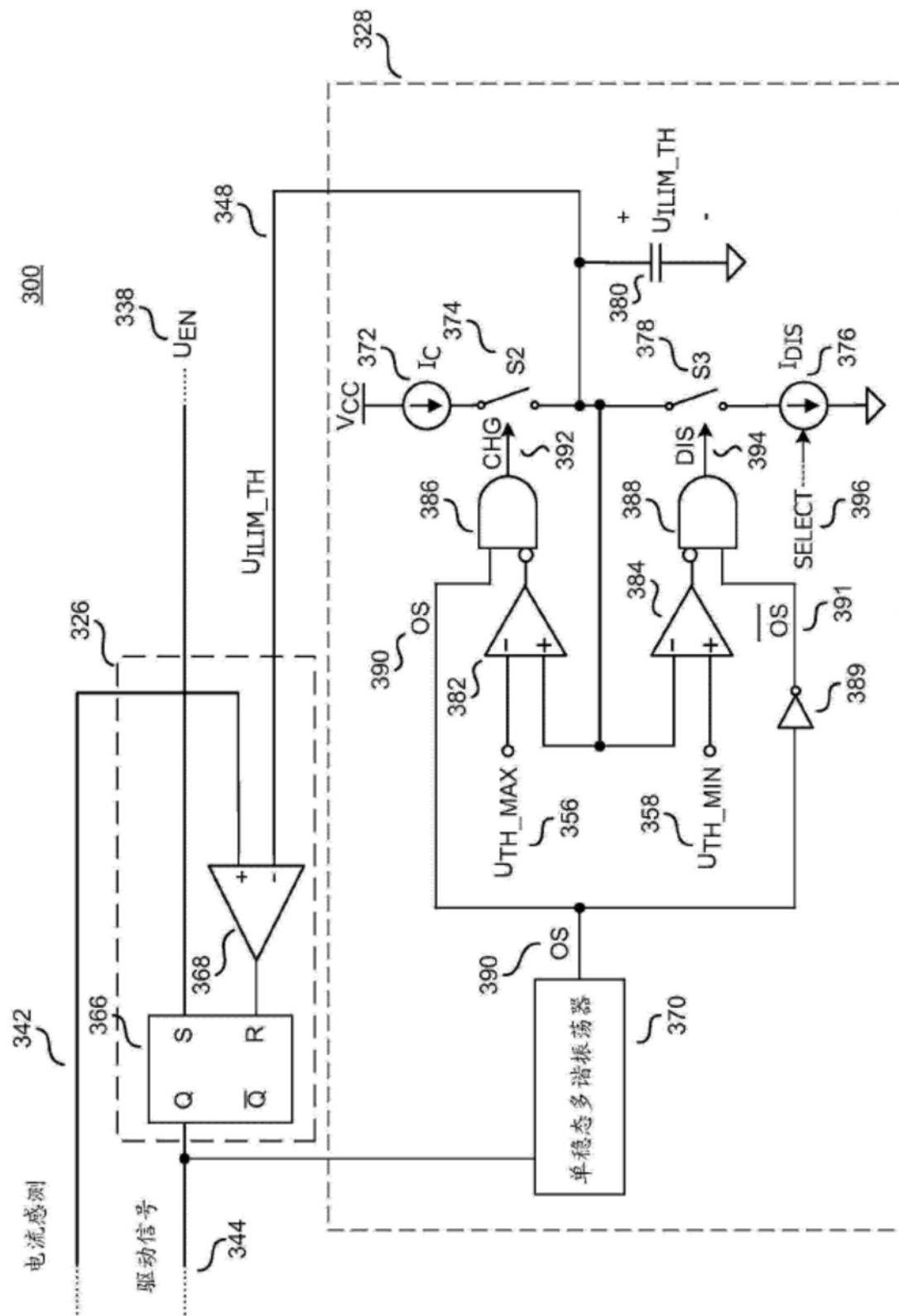


图3

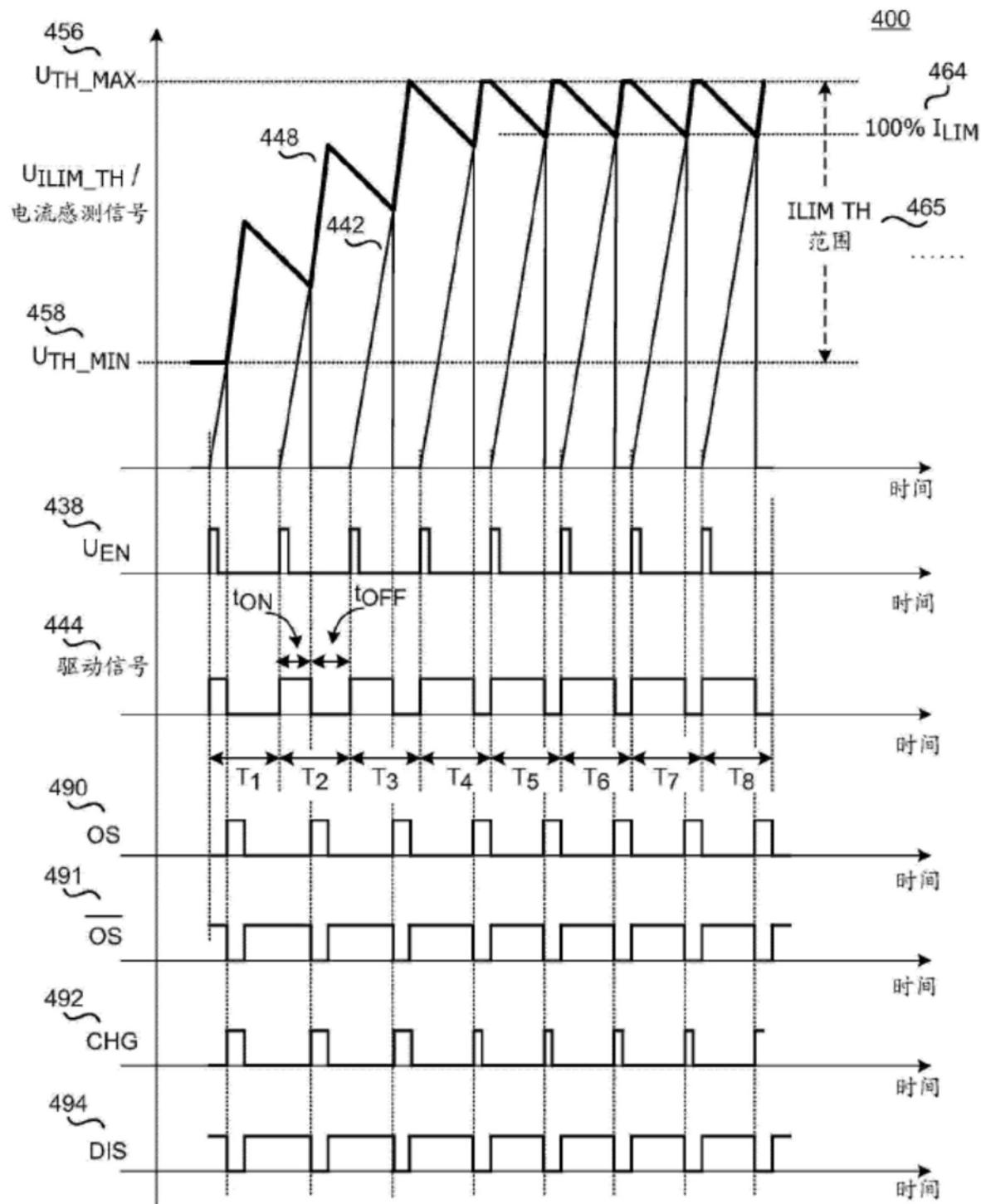


图4

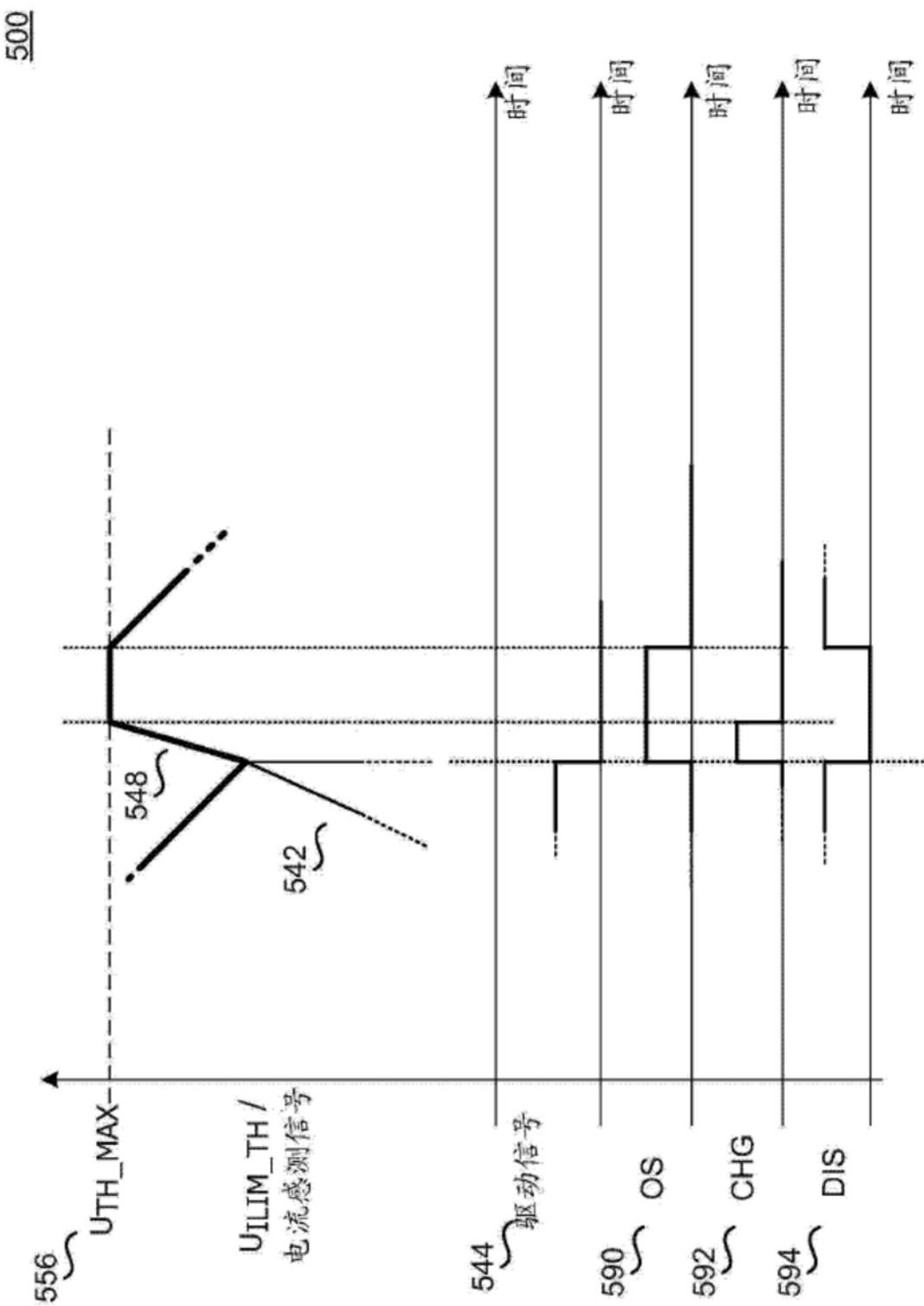


图5

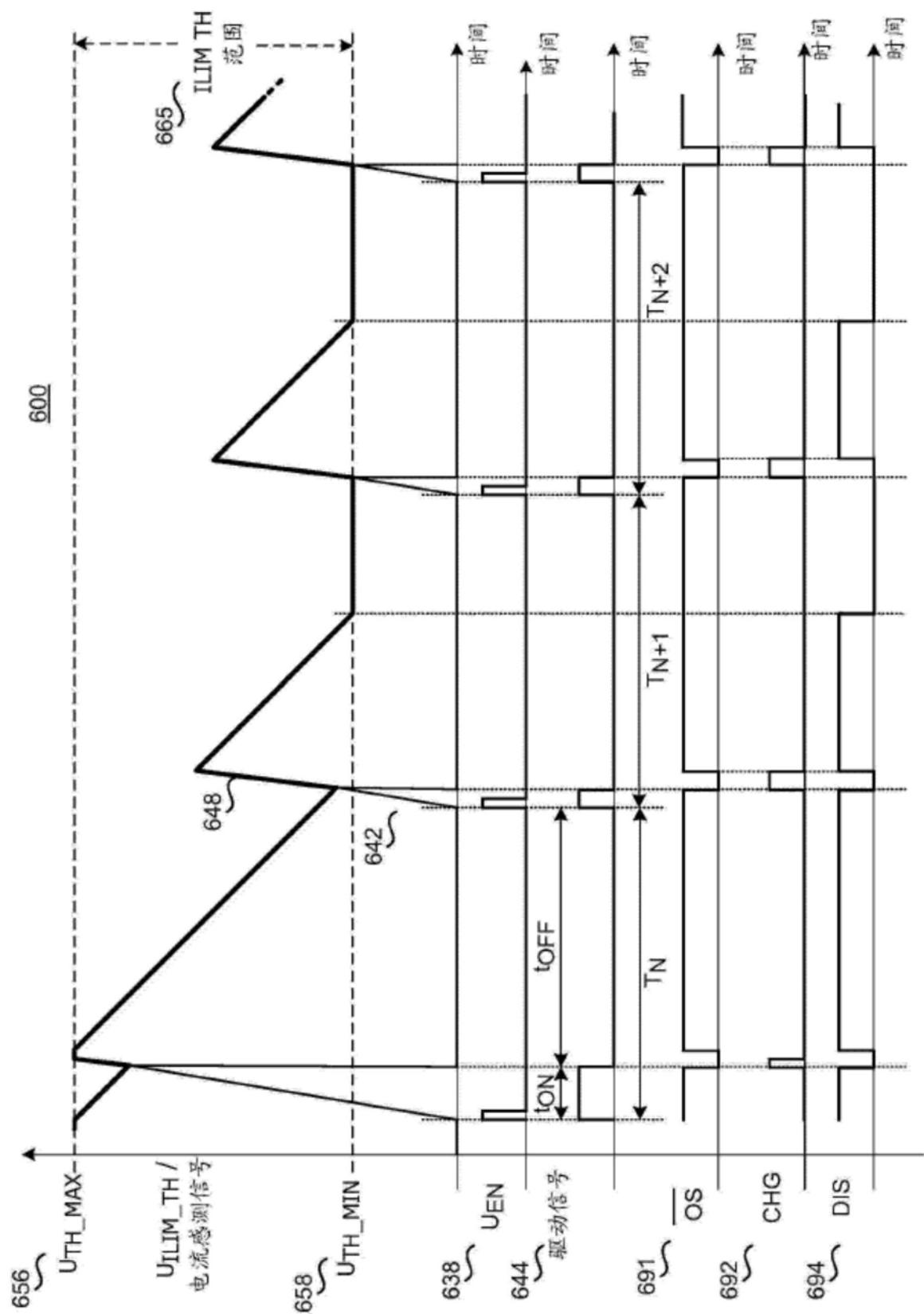


图6

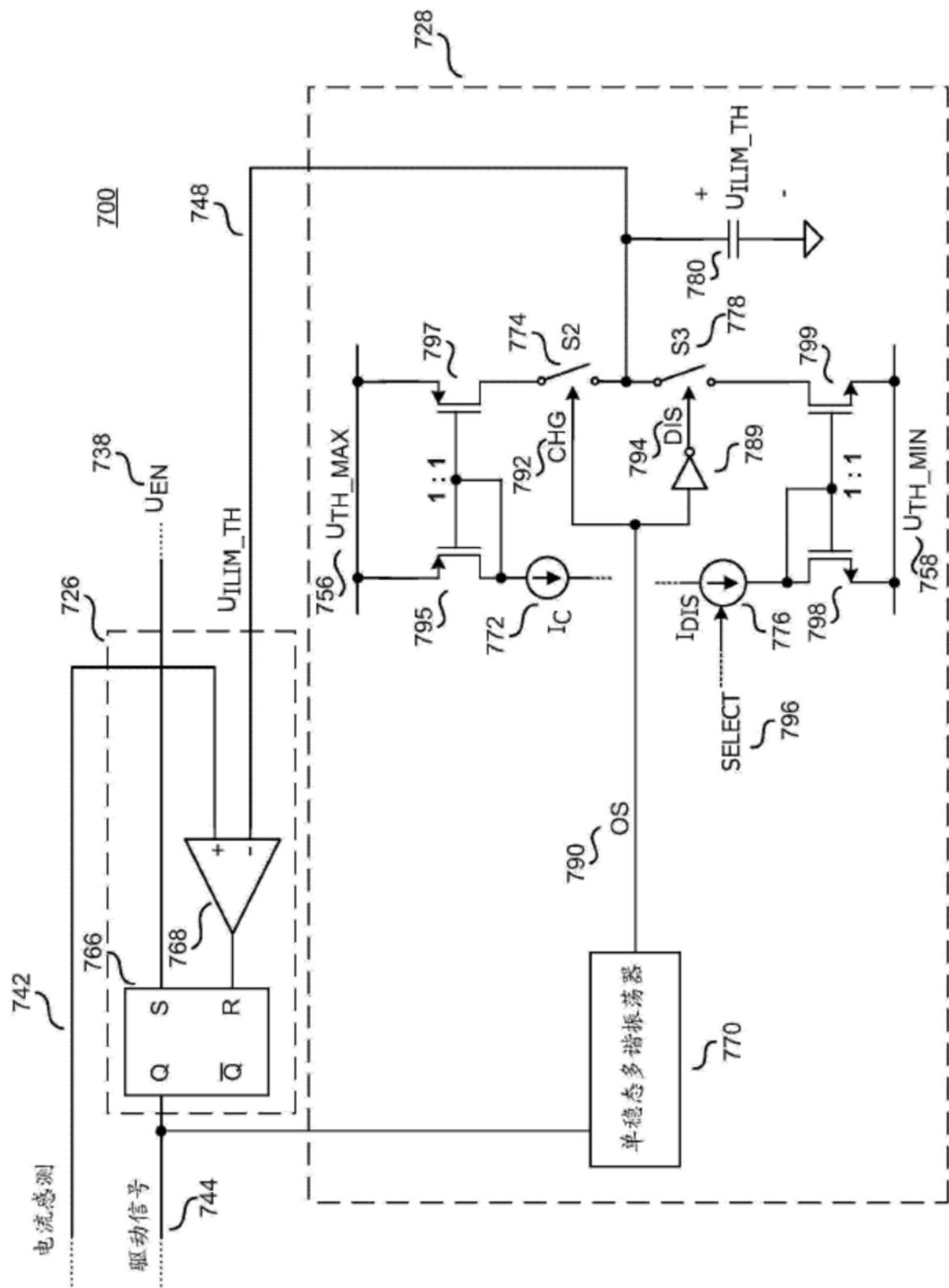


图7

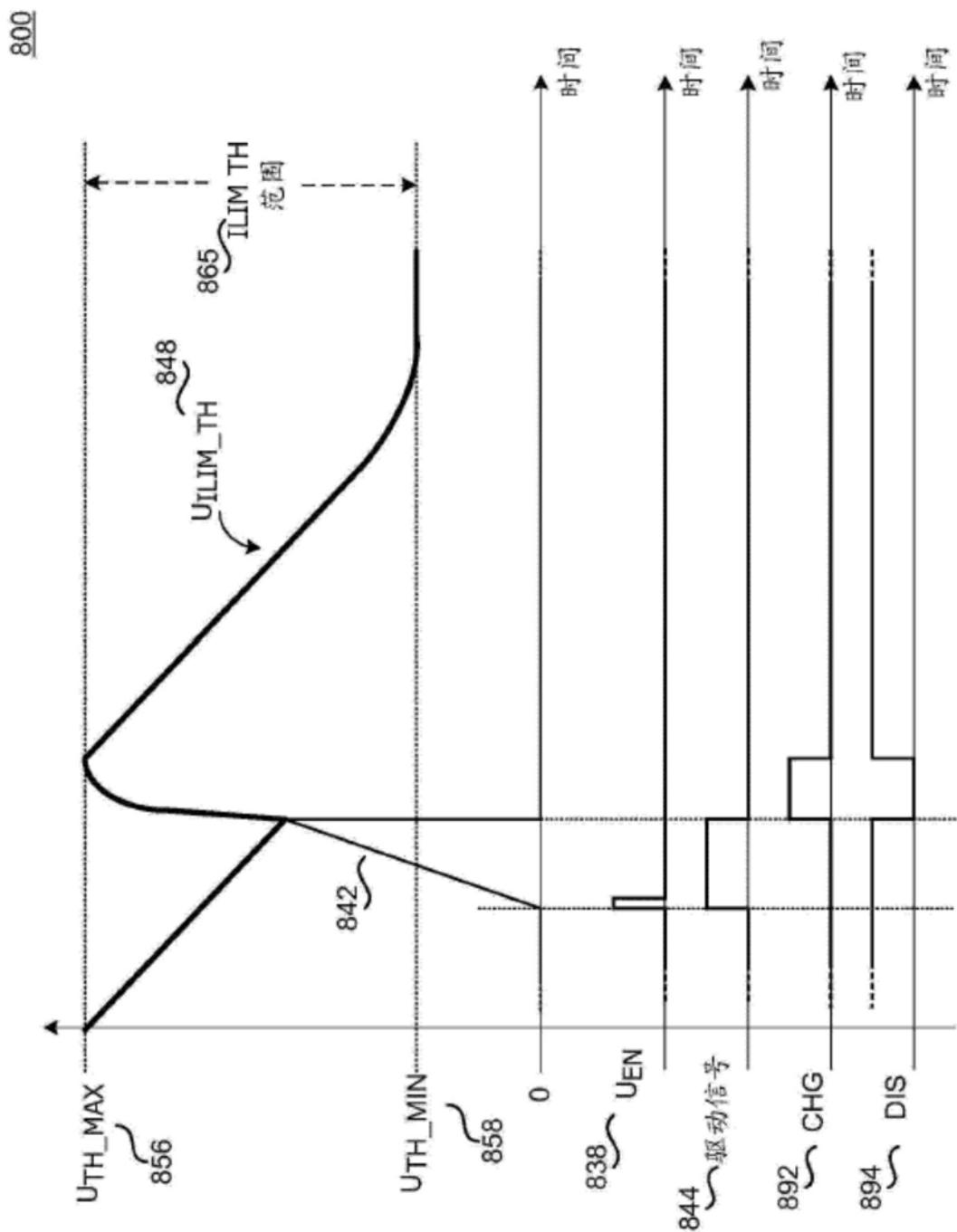


图8