



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101291113 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200810100391. 9

(22) 申请日 2008. 04. 07

(30) 优先权数据

60/922193 2007. 04. 06 US

12/058526 2008. 03. 28 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 A·B·德詹古里安 E·伯坎

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李晓冬 南霆

(51) Int. Cl.

H02M 3/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1936756 A, 2007. 03. 28,

JP 特开 2005-242570 A, 2005. 09. 08,

CN 1417945 A, 2003. 05. 14,

US 6163136 A, 2000. 12. 19,

审查员 梁雪峰

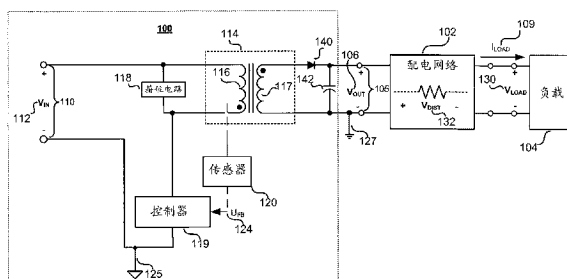
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

用于功率变换器的集成电缆压降补偿的方法和
和设备

(57) 摘要

本发明涉及用于功率变换器的集成电缆压降补偿的方法和和设备。公开了一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器。根据本发明的各方面的实例集成电路控制器包括开关控制电路,其输出驱动信号以控制开关的切换从而调节所述功率变换器的输出。所述集成电路控制器还包括电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿参考电压信号。所述开关信号响应于驱动信号。所述补偿参考电压信号表示电压值,其响应于跨越所述配电网络的配电电压以及耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压。所述开关的切换响应于所述补偿参考电压信号和反馈信号。



1. 一种用于耦合至配电网的功率变换器的集成电路控制器,包括:

开关控制电路,其输出驱动信号以控制电源开关的切换以调节所述功率变换器的输出;以及

电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示所述驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网的配电电压和耦合至所述配电网的负载两端的负载电压,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号和反馈信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

2. 根据权利要求1的集成电路控制器,进一步包括限流器,其被耦合以响应于流经所述电源开关的开关电流输出电流极限到达的信号,所述开关控制电路被耦合以响应于所述电流极限到达的信号输出驱动信号。

3. 根据权利要求1的集成电路控制器,进一步包括振荡器,其被耦合以输出时钟信号,该时钟信号被耦合以便由开关控制电路接收,所述开关控制电路被耦合以响应于所述时钟信号输出驱动信号。

4. 根据权利要求1的集成电路控制器,其中所述电缆压降补偿器包括:

开关系数计算器,其被耦合以响应于来自开关控制电路的开关信号输出开关系数信号;以及

电压补偿计算器,其被耦合以响应于所述开关系数信号输出补偿的参考电压信号。

5. 根据权利要求4的集成电路控制器,其中所述开关系数计算器包括被耦合以产生开关系数信号的低通滤波器。

6. 根据权利要求4的集成电路控制器,其中所述电压补偿计算器被耦合以进一步响应于峰值电流极限调整信号输出补偿的参考电压信号,其中所述电源开关的峰值电流极限响应于所述峰值电流极限调整信号而改变。

7. 根据权利要求4的集成电路控制器,其中所述电压补偿计算器被耦合以进一步响应于参考电压输出补偿的参考电压信号。

8. 根据权利要求1的集成电路控制器,其中所述开关控制电路和所述电缆压降补偿器被包括在单个单块装置中。

9. 根据权利要求8的集成电路控制器,其中所述单个单块装置进一步包括所述电源开关。

10. 根据权利要求1的集成电路控制器,其中所述补偿的参考电压信号响应于跨越所述配电网的配电电压和耦合至所述配电网的负载两端的负载电压的总和。

11. 一种用于控制功率变换器的方法,包括:

切换开关来控制从功率变换器的输入到功率变换器的输出的能量传输;

响应于所述开关的切换产生开关系数;

响应于参考电压和所述开关系数产生补偿的参考电压信号以补偿跨越耦合至所述功率变换器的输出的配电网的配电电压和耦合至所述配电网的负载两端的负载电压;以及

响应于所述补偿的参考电压信号和反馈信号,控制所述开关的切换,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

12. 根据权利要求 11 的用于控制功率变换器的方法,其中产生所述补偿的参考电压信号进一步包括:

改变所述开关的峰值电流极限;

计算所述开关的电流极限比,其中所述开关的电流极限比是响应于所述开关的峰值电流极限和最大峰值电流极限来计算的;以及

进一步响应于所述电流极限比、参考电压和开关系数产生所述补偿的参考电压信号。

13. 根据权利要求 12 的用于控制功率变换器的方法,其中所述开关的电流极限比 K_{IRATIO} 是利用下式来确定的:

$$K_{IRATIO} = I_{PEAK} / I_{MAX},$$

其中 I_{PEAK} 为所述开关的峰值电流极限,并且 I_{MAX} 为所述开关最大峰值电流极限。

14. 根据权利要求 11 的用于控制功率变换器的方法,进一步包括电隔离所述功率变换器的输入和功率变换器的输出。

15. 根据权利要求 11 的用于控制功率变换器的方法,进一步包括响应于感测跨越所述功率变换器的能量传输元件的辅助绕组的电压来产生反馈信号。

16. 一种功率变换器,包括:

能量传输元件,其具有输入和输出;

传感器,其耦合至所述能量传输元件以响应于所述功率变换器的输出产生反馈信号;

开关控制电路,其输出驱动信号以控制耦合至所述能量传输元件的电源开关的切换来调节功率变换器的输出;以及

电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号和所述反馈信号。

17. 根据权利要求 16 的功率变换器,进一步包括限流器,其被耦合以响应于通过电源开关的开关电流输出电流极限到达的信号,所述开关控制电路被耦合以响应于所述电流极限到达的信号输出驱动信号。

18. 根据权利要求 16 的功率变换器,其中所述电缆压降补偿器包括:

开关系数计算器,其被耦合以响应于来自开关控制电路的开关信号输出开关系数信号;以及

电压补偿计算器,其被耦合以响应于所述开关系数信号输出所述补偿的参考电压信号。

19. 根据权利要求 18 的功率变换器,其中所述电压补偿计算器被耦合以进一步响应于参考电压输出所述补偿的参考电压信号。

20. 一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器,包括:

开关控制电路,其输出驱动信号以控制电源开关的切换来调节功率变换器的输出;

电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压;以及

限流器,其被耦合以响应于流经电源开关的开关电流输出电流极限到达的信号,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号、反馈信号和所述电流极限到达的信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

21. 根据权利要求 20 的集成电路控制器,其中所述电缆压降补偿器包括:

开关系数计算器,其被耦合以响应于来自开关控制电路的开关信号输出开关系数信号;以及

电压补偿计算器,其被耦合以响应于所述开关系数信号输出所述补偿的参考电压信号。

22. 根据权利要求 21 的集成电路控制器,其中所述电压补偿计算器被耦合以进一步响应于参考电压输出所述补偿的参考电压信号。

23. 一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器,包括:

开关控制电路,其输出驱动信号以控制开关的切换来调节功率变换器的输出;

电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压;以及

振荡器,其被耦合以输出时钟信号,该时钟信号被耦合以便由所述开关控制电路接收,其中所述开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号、反馈信号和所述时钟信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

24. 根据权利要求 23 的集成电路控制器,其中所述电缆压降补偿器包括:

开关系数计算器,其被耦合以响应于来自开关控制电路的开关信号输出开关系数信号;以及

电压补偿计算器,其被耦合以响应于所述开关系数信号输出所述补偿的参考电压信号。

25. 根据权利要求 24 的集成电路控制器,其中所述电压补偿计算器被耦合以进一步响应于参考电压输出所述补偿的参考电压信号。

用于功率变换器的集成电缆压降补偿的方法和设备

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求 2007 年 4 月 6 日提出的名称为“Method And Apparatus For Integrated Cable Drop Compensation Of A Power Converter. (用于功率变换器的集成电缆压降补偿的方法和设备)”的美国临时申请号 No. 60/922, 193 的权益。

技术领域

[0003] 本发明通常涉及功率变换器,更具体地,本发明涉及功率变换器的电压调节。

背景技术

[0004] 许多电子设备例如蜂窝电话、个人数字助理 (PDA)、膝上电脑等,由相对低的电压 DC 电源供电。由于功率通常通过壁装电源插座被传递作为高压 AC 功率,所以需要通常被称为功率变换器的装置来将高压 AC 功率变换为低压 DC 功率。低压 DC 功率可由功率变换器直接提供给所述装置或者它可被用于对可再充电电池充电,其又为所述装置提供能量,但是一旦存储的能量被消耗掉其就需要充电。通常,使用包括功率变换器的电池充电器对电池充电,该功率变换器满足电池所需要的恒定电流和恒定电压的要求。其它电子设备,例如 DVD 播放器、计算机监视器、电视等,也需要用于装置操作的功率变换器。这些设备中的功率变换器还必须提供满足所述装置的要求的输出电压和电流。在操作中,功率变换器可以使用控制器来调节传递到电子设备的输出功率,该电子设备例如是电池,其通常被称为负载。更具体地,为了调节传输到所述负载的功率,该控制器可以耦合到提供功率变换器的输出的反馈信息的传感器。该控制器通过控制电源开关的打开与关闭来调节到负载的功率以响应来自传感器的反馈信息,从而将来自例如电源线的输入电源的能量脉冲传输至输出。可以使用的一种特殊类型的功率变换器是回扫功率变换器。在回扫功率变换器中,能量传输元件可导电地将功率变换器的输入侧和输出侧隔离。电隔离防止 DC 电流在功率变换器的输入侧和输出侧之间流动,且通常需满足安全规定。

[0005] 功率变换器控制电路可被用于多种目的和应用。需要集成控制电路功能,其可降低集成控制电路外的元件的数量。外部元件数量的下降使得功率变换器小型化从而改善了便携性,减少了完成功率变换器设计的设计周期的数目并还改善了最终产品的可靠性。此外,元件数量的减少可改善功率变换器操作中的能量效率并可降低功率变换器成本。通常,功率变换器在其输出侧具有专用电路以感测和传送关于输出电压的反馈信息至在功率变换器的输入侧的控制电路。用于降低功率变换器元件数量的一种技术是感测来自于功率变换器输入侧的输出电压的反馈信息而不是感测功率变换器输出侧的输出电压的反馈信息。这是通过间接反馈完成的。与采用间接反馈的功率变换器相关联的一个挑战是补偿跨越连接所述功率变换器(例如电池充电器)与负载(电池)的电缆下降的变化的电压。间接反馈可调节位于电缆一端的功率变换器的输出处的电压,但是由于电缆的电压降,电缆另一端的电压与功率变换器输出处的电压不同。通过补偿电缆的额外的电压降,功率变换器提供了负载处的改进的电压调节。

[0006] 有许多已知的在集成电源控制器外部实施的分立电路,其可补偿电缆的电压降。然而,用于补偿跨越电缆的电压降的所述已知的分立电路引入额外的元件,这些元件会增加功率变换器的成本和尺寸。例如,已知的分立电缆压降补偿电路可包括相对较大的电容器,其增加了功率变换器的尺寸。此外,用于补偿跨越电缆的电压降的已知分立电路可能不适合于使用执行了特定先进的控制方法的控制器的特定功率变换器。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个实施例,提供一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器,包括:开关控制电路,其输出驱动信号以控制电源开关的切换以调节所述功率变换器的输出;以及电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示所述驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号和反馈信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

[0008] 根据本发明的另一实施例,提供一种用于控制功率变换器的方法,包括:切换开关来控制从功率变换器的输入到功率变换器的输出的能量传输;响应于所述开关的切换产生开关系数;响应于参考电压和所述开关系数产生补偿的参考电压信号以补偿跨越耦合至所述功率变换器的输出的配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压;以及响应于所述补偿的参考电压信号和反馈信号,控制所述开关的切换,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

[0009] 根据本发明的另一实施例,提供一种功率变换器,包括:能量传输元件,其具有输入和输出;传感器,其耦合至所述能量传输元件以响应于所述功率变换器的输出产生反馈信号;开关控制电路,其输出驱动信号以控制耦合至所述能量传输元件的电源开关的切换来调节功率变换器的输出;以及电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号和反馈信号。

[0010] 根据本发明的另一实施例,提供一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器,包括:开关控制电路,其输出驱动信号以控制电源开关的切换来调节功率变换器的输出;电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压;以及限流器,其被耦合以响应于流经电源开关的开关电流输出电流极限到达的信号,其中所述电源开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号、反馈信号和所述电流极限到达的信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

[0011] 根据本发明的另一实施例,提供一种用于耦合至配电网络的功率变换器的集成电路控制器,包括:开关控制电路,其输出驱动信号以控制开关的切换来调节功率变换器的输出;电缆压降补偿器,其响应于开关信号向所述开关控制电路输出补偿的参考电压信号,其

中所述开关信号表示驱动信号并且其中所述补偿的参考电压信号表示电压值,所述电压值响应于跨越所述配电网络的配电电压和耦合至所述配电网络的负载两端的负载电压;以及振荡器,其被耦合以输出时钟信号,该时钟信号被耦合以便由所述开关控制电路接收,其中所述开关的切换响应于所述补偿的参考电压信号、反馈信号和所述时钟信号,所述反馈信号表示所述功率变换器的输出。

附图说明

[0012] 本发明的非限制性和非穷举的实施例参考下面的附图进行描述,除非另有说明,其中所有不同附图中类似的附图标记指代类似的部分。

[0013] 图 1 为示意图,总体上示出了根据本发明的教导的耦合到配电网络和包括实例控制器的负载的功率变换器的功能框图实例。

[0014] 图 2A 为功能框图,进一步大体示出了根据本发明的教导的图 1 的实例控制器。

[0015] 图 2B 大体示出了根据本发明的教导的与图 2A 中的实例控制器对应的信号波形的实例。

[0016] 图 3A 为功能框图,进一步大体示出了根据本发明的教导的图 2 的实例电缆压降补偿器。

[0017] 图 3B 大体示出了根据本发明的教导的与图 3A 中的实例电缆压降补偿器对应的信号波形实例。

[0018] 图 3C 大体示出了根据本发明的教导的与图 3A 中的实例电缆压降补偿器对应的信号波形的替换实例。

[0019] 图 4 为流程图,大体示出了根据本发明的教导的用于功率变换器的电缆压降补偿的方法实例。

[0020] 图 5 为流程图,示出了根据本发明的教导的用于功率变换器的电缆压降补偿的方法的另一实例。

[0021] 图 6 为示意图,大体示出了根据本发明的教导的耦合到包括实例控制器的配电网络的实例功率变换器。

[0022] 图 7 为示意图,示出了根据本发明的教导的集成电缆压降补偿器的实例。

[0023] 图 8 为示意图,示出了根据本发明的教导的集成电缆压降补偿器的另一实例,其适应不同的电流限制。

具体实施方式

[0024] 公开了涉及功率变换器中使用的集成电缆压降补偿电路和方法的实例。在下面的描述中,为了提供对本发明的彻底的理解,阐述了大量特定的细节。然而,对本领域技术人员来说,显而易见的是这些特定的细节不一定用于实践本发明。为了避免混淆本发明,没有详细描述与实施相关的已知方法。

[0025] 在整个说明书中对“一个实施例”、“实施例”、“一个实例”或者“实例”的引用意味着结合实施例描述的特定的特征、结构或者特性被包括在本发明的至少一个实施例或者实例中。因此,贯穿该说明书在不同地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“在一个实例中”或者“在实例中”并非必定指代相同的实施例。在一个或者多个实施例或者实例

中,所述特定的特征、结构或者特性例如可以组合成任何适当的组合和 / 或子组合。另外,所述特定的特征、结构或者特性可以包括在集成电路、电子电路、组合逻辑电路或者能够提供以上描述的功能的其它适当部件中。

[0026] 如将要讨论的,根据本发明的教导的实例功率变换器包括集成电缆压降补偿特征,其消除了分立的元件,且还扩展了用于先进的控制方法的功率变换器的可用性。此处所指的一种控制方法被称作“开 / 关”控制。此处“开 / 关”指的是电源开关能否接通 (conduct)。“开”周期是一个这样的周期,其中所述开关在该周期的一部分时间内被启动并因此可以接通,“关”周期是一个这样的周期,其中所述开关被停用或被防止接通。因此,在本发明中,“开 / 关”不是指所述开关在给定的周期内实际上是否接通,只是开关接通是否被启动。这里被称作脉冲宽度调制的另一种控制方法用术语“PWM”表示。更具体地, PWM 涉及调制所述开关在周期内的开通时间,也被称作接通时间,该周期可为固定持续时间或变化持续时间。PWM 的另一种形式涉及调制所述开关在周期内的关断时间,所述关断时间是所述开关被阻止接通的时候,该周期可为固定持续时间或变化持续时间。应当认识到,当开关周期是固定持续时间时,调制开通时间和调制关断时间是不可区分的。公开的功率变换器及方法的实例可被用于多种应用中,其中功率变换器的输入侧与输出侧被电隔离,且负载电压被调节以响应在输入侧感测表征功率变换器的输出电压的信号。

[0027] 为了说明,图 1 大体示出了根据本发明的教导的耦合到配电网络 102 和负载 104 的包括实例控制器的实例功率变换器 100。如所示,配电网络 102 被耦合到输出 105,其与输出电压 V_{OUT} 106 对应。负载电流 I_{LOAD} 109 从输出 105 流出,经过配电网络 102,向负载 104 供电。通常,配电网络 102 包括电缆,如电源线。在一个实例中,配电网络 102 可包括,但不局限于,终端接口和 / 或任何其它元件,其在功率变换器 100 的输出侧处提供额外的电阻。所述终端接口可包括例如位于电源与电缆之间的连接接口和位于电缆与负载之间的连接接口。

[0028] 如所示,输入 110 等与输入电压 V_{IN} 112 对应,并被耦合到能量传输元件 114,其在示出的实例中提供输入 110 与输出 105 之间的电隔离 (galvanic isolation)。换言之,所述能量传输元件 114 阻止 DC 电流从功率变换器 100 的输入侧流向功率变换器 100 的输出侧。在一个实例中,能量传输元件 114 包括输入绕组 116 和输出绕组 117。“输入绕组”也可被称作“初级绕组”,“输出绕组”也可被称作“次级绕组”。如所述实例所示,箝位电路 118 跨越能量传输元件 114 的输入绕组 116 被耦合以限制控制器 119 两端的电压。

[0029] 如图所示,控制器 119 被耦合到输入 110 和被耦合来调节输出 105。在多个实例中,控制器 119 可包括使用多个切换方案中的任一个的特征,所述切换方案包括但不限于,开 / 关控制、具有变化的限流等级的开 / 关控制 (on/off control with varying current limit level)、可变的或恒定的频率脉冲宽度调制 (PWM) 等。控制器 119 还耦合到传感器 120,其感测功率变换器 100 的输出 105 的值。在该实例中,由传感器 120 感测输出电压 V_{OUT} 106。如实例所示,输出电压 V_{OUT} 106 与所述传感器 120 被整流器 140 以及能量传输元件 114 的两绕组 116、117 之间的磁耦合所分离,能量传输元件 114 在该实例中为变压器。为了调节输出 105,传感器 120 被耦合以向控制器 119 输出反馈信号 124 U_{FB} 。

[0030] 在操作中,控制器 119 通过切换包括在控制器 119 中的电源开关调节功率变换器 100 的输出 105 以响应所述反馈信号 124 U_{FB} 。当控制器 119 中的电源开关接通时,来自输入

110 的能量被传输至所述能量传输元件 114 的输入绕组 116 并被储存在能量传输元件 114 中。当控制器 119 中的电源开关关断时,储存在能量传输元件 114 中的能量被传输至输出绕组 117。来自输出绕组 117 的能量被传输至功率变换器 100 的输出 105,并且脉动电流经过正向偏置的整流器 140 流至输出电容器 142。基本为 DC(无脉动)的负载电流 109 从所述功率变换器的输出 105 经配电网络 102 流至负载 104。输入归路(input return)125 被耦合到输入端 110,输出归路(output return)127 被耦合到输出端 105。在一个实例中,所述输入归路 125 和输出归路 127 可被耦合。

[0031] 如所示,负载电流 I_{LOAD} 109 经所述配电网络 102 被传输以向所述负载 104 供电。在一个实例中,所述负载 104 可表示被充电的设备,例如蜂窝电话电池,并可能需要已调节的负载电压 V_{LOAD} 130。在操作中,控制器 119 在输出绕组 117 中产生脉动电流。所述输出绕组 117 中的电流被整流器 140 整流并经输出电容器 142 滤波以产生基本上恒定的输出电压 V_{OUT} 106。当所述负载电流 I_{LOAD} 109 增加时,由于配电网络 102 中的基本上恒定的电阻,配电电压降 V_{DIST} 132 成比例地增加。在一个实例中,所述功率变换器 100 可补偿所述配电电压降 V_{DIST} 132 以根据本发明的教导通过控制输出电压 V_{OUT} 106 获得在负载 104 的更好的调节。由于对于不同的应用,所述配电网络 102 的电阻可能不同,因此应当理解,为了实现本发明的优点,在选择合适的反馈元件时,使用者必须知道并说明特定配电网络的近似电阻。

[0032] 在一个实例中,所述功率变换器 100 可以以非连续的接通模式(DCM)运行,其中在输入绕组 116 从输入 110 接收更多能量之前,来自所述能量传输元件 114 的所有能量被传输至所述输出绕组 117。

[0033] 根据本发明的教导,负载电压 V_{LOAD} 130 的改变与现有功率变换器相比减小了。这是通过调节所述输出电压 V_{OUT} 106 来补偿跨越配电网络 102 的变化的电压降(V_{DIST} 132)实现的。如上所述,所述配电电压降 V_{DIST} 132 将响应于传递到负载 104 的电流而变化。本发明教导:调整所述输出电压 V_{OUT} 106 来补偿变化的配电电压 V_{DIST} 132 可响应于控制器 119 中的电源开关的切换来实现。

[0034] 图 2A 是功能框图 200,大体示出了根据本发明的教导的功率变换器 100 的控制器 119 的实例的另外的方面。如所述实例所示,控制器 119 进一步包括电源开关 208、开关块 201、集成电缆压降补偿器 202、振荡器 204 和限流器 206。在图 2A 的实例中,所述控制器 119 可表示单个单块器件中集成电路的边界,该集成电路包括电源开关 208、开关块 201、集成电缆压降补偿器 202 和限流器 206。在其它实例中,这些功能块中的一个或多个可通过分立的电路元件、单片集成电路、混合集成电路或它们的多种组合来实现。

[0035] 在所描述的实例中,开关块 201 通过切换位于第一端 209 和第二端 210 间的电源开关 208 来调节输出电压 106。在一个实例中,第一端 209 可被称作漏端,第二端 210 被称作源端。在操作中,所述电源开关 208 可处于接通状态,其允许电流流经电源开关 208,或处于关断状态,其基本上阻止电流流经电源开关 208。来自开关块 201 的驱动信号 211 控制电源开关 208 的切换以调节功率变换器 100 的输出 105 处的输出。开关信号 212 表示驱动信号 211 并输出至电缆压降补偿器 202。在一个实例中,当开关块 201 使用恒定频率或变化频率 PWM 控制方案时,所述开关信号 212 可表示电源开关 208 的“开”时间和“关”时间。

[0036] 在另一实例中,当开关模块 201 采用开/关控制方案时,所述开关信号 212 可表示“启用”周期和“停用”周期。在启用周期中,所述开关可以接通,在停用周期中,所述开关被

阻止接通。应当注意的是：“停用周期”也可被称作“跳过的周期 (skipped cycle)”。在开 / 关控制方案期间,所述电源开关 208 的切换基于图 2B 示出的固定持续时间的周期运行。使用开 / 关控制,所述开关块 201 可通过决定在周期内执行开关事件或跳过开关事件来调节输出电压 V_{OUT} 106。更具体地,开关事件被定义为在给定周期内,所述电源开关 208 从关状态转换为开状态再转换为关状态的时间。在启用周期内电源开关 208 的接通时间的持续时间可为固定持续时间或可变持续时间,且所述持续时间可由任一方式确定,所述方式包括通过固定持续时间的定时信号、电流限制等。如实例所示,当开关事件发生时,所述周期为启用周期 (EN) 且在周期的整个持续时间内开关信号 212 为高。当跳过开关事件时,所述周期为停用周期 (DIS) 且在周期的持续时间内开关信号 212 为低。

[0037] 继续图 2A 中示出的实例,开关块 201 通过反馈端 213 接收基本上表示输出电压 V_{OUT} 106 的反馈信号 124。所述开关块 201 响应于反馈信号 124 切换所述电源开关 208。如所示,所述集成电缆压降补偿器 202 输出补偿的参考电压信号 216,其表示被调整的电压 V_{ADJ} ,该 V_{ADJ} 表示被需要用来补偿配电电压 V_{DIST} 132 的输出电压 V_{OUT} 的值。所述输出电压 V_{OUT} ,其响应于被调整的参考电压值 V_{ADJ} 而被调节,基本上为配电电压 V_{DIST} 132 和负载电压 V_{LOAD} 130 的和。当负载电流 109 为高时,将存在相对高的配电电压降 132,且当负载电流 109 为低时,将存在相对低的配电电压降 132。因此,当补偿的参考电压信号 216 与负载电流 109 成比例地进行调整以补偿配电电压降 132 时,就完成了对负载电压 V_{LOAD} 130 的改善的调节。

[0038] 如所描述的实例所示,所述开关块 201 从所述振荡器 204 接收时钟信号 214。所述时钟信号 214 为脉动信号,其被开关块 201 用作时间参考用于切换电源开关 208。例如,在开 / 关控制实例中,所述时钟信号 214 将被参考来保持固定持续时间的开关周期。在 PWM 控制实例中,所述时钟信号 214 将被参考用来控制每个周期电源开关 208 的接通时间或关断时间。

[0039] 如所示,限流器 206 被耦合到电流感测 217,其感测开关电流 I_{SWITCH} 218。在所述实例中,电流感测 217 被耦合以检测在电源开关 208 和第二端 210 间的开关电流 I_{SWITCH} 218。在另一实例中,应当理解电流感测 217 可被耦合以检测在电源开关 208 与第一端 209 之间的开关电流 I_{SWITCH} 218。当开关电流 I_{SWITCH} 218 达到峰值电流极限 I_{PEAK} 时,所述限流器 206 向开关块 201 输出电流极限到达的信号 220。所述开关块 201 可改变所述峰值电流极限 I_{PEAK} ,并输出峰值电流极限调整信号 I_{ADJ} 222。更具体地,可基于或响应于运行参数,如但不局限于运行模式和控制方案,来调整所述峰值电流极限 I_{PEAK} 。在一个实例中,最大峰值电流极限 I_{MAX} 是限定开关电流 I_{SWITCH} 218 的最大值的值。在一个实例中,由电缆压降补偿器 202 接收峰值电流极限调整信号 I_{ADJ} 222 以确定电流极限比 K_{IRATIO} 。在一个实例中,所述电流极限比 K_{IRATIO} 可被用于控制电源开关 208 的切换。所述电流极限比 K_{IRATIO} 可用如下公式计算:

$$[0040] \quad K_{IRATIO} = \frac{I_{PEAK}}{I_{MAX}} \quad (1)$$

[0041] 图 3A 是功能框图 300,进一步示出根据本发明的教导的图 2A 的实例集成电缆压降补偿器 202。所述集成电缆压降补偿器 202 包括开关系数计算器 302 和电压补偿计算器 304。如所示,开关系数计算器 302 输出表示开关系数值 (SC) 的开关系数信号 306。更具体地,所述开关系数表示以一种方式进行的开关电源的切换,其表示负载电流 109 除以可传输的负载电流 109 的最大值的比率。例如,当所述开关系数 SC 为 1.0 时,则最大负载电

流 109 被传输至所述负载,其导致配电网 132 两端的最大电压降。当所述开关系数 SC 为 0.5 时,最大负载电流 109 的一半被传输至负载 104,其导致配电网 132 两端的最大电压降的一半。

[0042] 图 3B 示出了根据本发明的教导当开关块 201 使用开 / 关控制方案时,计算开关系数 SC 的实例。如图 3B 所示,当那个周期内发生开关事件时,所述开关信号 212 表示启用周期 (EN),以及当开关事件没有发生时,开关信号 212 表示停用周期 (DIS)。在开 / 关控制方案中,可通过确定在全部周期数中开关信号 212 为高的周期数来计算所述开关系数 SC。在一个实例中,所述开关系数可用如下公式计算:

$$[0043] \quad SC = \frac{N_{ENABLE}}{N_{ENABLE} + N_{DISABLE}} = \frac{N_{ENABLE}}{N_{TOTAL}} \quad (2)$$

[0044] 其中 N_{ENABLE} 被定义为启用周期的数目, $N_{DISABLE}$ 被定义为停用周期的数目。开关周期的总数 N_{TOTAL} 被定义为在设定时间内启用周期和停用周期的总和。显然当采用离散方式来计算所述开关系数时,需要考虑的开关周期的数目必须足够大以便当所述负载电流恒定时提供基本恒定的开关系数 SC 值,且必须足够小以便当负载电流变化时保持所述负载处的电压在特定限度内。

[0045] 为了说明,图 3B 示出实例,其中启用周期的数目 N_{ENABLE} 等于 8,停用周期的数目 $N_{DISABLE}$ 等于 12,周期的总数 N_{TOTAL} 等于 20。通过用启用周期的数目 N_{ENABLE} 除以周期的总数 N_{TOTAL} 来确定所述开关系数 SC 从而得到开关系数 SC 为 0.4,即:

$$[0046] \quad SC = \frac{N_{ENABLE}}{N_{TOTAL}} = \frac{N_{ENABLE}}{N_{ENABLE} + N_{DISABLE}} = \frac{8}{8+12} = \frac{8}{20} = 0.4$$

[0047] 图 3C 示出了根据本发明的教导通过使用变化频率脉冲宽度调制 (PWM) 控制方案的实例开关块 201 的计算开关系数 SC 的替换实例。如所示,所述开关信号 212 为数字信号,当电源开关 208 处于接通状态时,其为高,当电源开关 208 处于关断状态时,其为低。在所示的 PWM 控制方案中,可通过确定一段时间内开关信号的有效占空比来计算所述开关系数 SC。更具体地,所述开关系数可用如下公式确定:

$$[0048] \quad SC = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} = \frac{t_{ON}}{t_{TOTAL}} \quad (3)$$

[0049] 其中 t_{ON} 被定义为电源开关 208 接通的时间,其是允许电流流动的时间,以及 t_{OFF} 被定义为在整个时间 t_{TOTAL} 内开关保持关断的时间。如图 3C 的实例所示,所述接通时间 t_{ON} 等于 $100 \mu s$,所述关断时间 t_{OFF} 等于 $150 \mu s$,以及总时间 t_{TOTAL} 等于 $250 \mu s$ 。通过用接通时间 $t_{ON} 100 \mu s$ 除以总时间 $t_{TOTAL} 250 \mu s$ 来计算开关系数 SC,其导致在所示实例中,开关系数 SC 为 0.4,即:

$$[0050] \quad SC = \frac{T_{ON}}{T_{TOTAL}} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} = \frac{100\mu s}{100\mu s + 150\mu s} = \frac{100\mu s}{250\mu s} = 0.4$$

[0051] 继续图 3A 中的实例电缆压降补偿器 202,所述电压补偿计算器 304 输出所述补偿的参考电压信号 216 以响应开关系数信号 306。所述开关系数 SC 为分数,其表示负载电流除以最大负载电流的值。因此,所述开关系数信号 306 表示所需的补偿量,作为最大预期的配电网电压降 V_{DIST} 132 的一部分。所述补偿的参考电压信号 216 使所述输出电压 V_{OUT} 106 增加了高于它在无负载电流时的值的量,该量基本上是最大预期的配电网电压降 V_{DIST} 132 的所

述的一部分。因此,所述输出电压 V_{OUT} 106 补偿随负载电流 109 改变的所述配电电压降 V_{DIST} 132。在进一步参考图 7 描述的一个实例中,根据本发明的教导,所述开关系数可被连续计算,而不是用上述图 3B 和 3C 所描述的离散方式计算。

[0052] 图 4 是流程图 400,大体示出了根据本发明的教导的集成电缆压降补偿方法的实例。如所述实例所示,程序开始于块 405,并在块 410 中,开关信号 212 被接收。在块 420 中,响应于开关信号 212 的开关系数被确定。在块 430 中,调整电压 V_{ADJ} 被计算以响应所述开关系数 SC 和参考电压 V_{REF} 。所述参考电压 V_{REF} 是集成电路内的内部电压,并基于所述功率变换器 100 的设计参数被设定,所述集成电路在外部条件范围内保持基本恒定。当所述开关系数 SC 为零时,被调整的电压 V_{ADJ} 基本上与 V_{REF} 相等。在块 440 中,调节输出电压 V_{OUT} 120 以保持反馈信号 124 在被调整的电压 V_{ADJ} 以便对于 V_{OUT} 106 来补偿配电电压 V_{DIST} 132 并限制负载电压 V_{LOAD} 130 的变化。程序然后返回到块 410。

[0053] 图 5 是流程图 500,大体示出了根据本发明的教导的集成电缆压降补偿的又一实例。如所示,图 5 的流程图 500 与图 4 的流程图 400 有一些相似性。例如,程序开始于块 405。在块 410 中,开关信号 212 被接收。在块 420 中,响应于开关信号 212 确定开关系数 SC。然而,在块 523 中,响应于电流调整信号 I_{ADJ} 222,确定所述电流极限是否从前面周期在本周期内改变。如果在块 523 中确定电流极限已经改变,那么在块 525 中计算电流极限比 K_{IRATIO} ,并响应于块 527 中的参考电压 V_{REF} 、电流极限比 K_{IRATIO} ,以及开关系数 SC 计算被调整的电压 V_{ADJ} 。在非连续接通运行模式下,输出功率与峰值电流极限 I_{PEAK} 的平方成比例。因此,在一个实例中,响应于电流极限比的平方 $(K_{IRATIO})^2$ 可计算被调整的电压 V_{ADJ} 。

[0054] 如果在块 523 中确定电流极限未改变,则在块 430 中计算被调整的电压 V_{ADJ} 以响应电压 V_{REF} 和开关系数 SC。在块 440 中,调节输出电压 V_{OUT} 106 以保持反馈信号 124 在所述被调整的电压 V_{ADJ} ,以便对于 V_{OUT} 106 补偿配电电压 V_{DIST} 132 并限制负载电压 V_{LOAD} 130 的变化。程序然后返回到块 410。

[0055] 图 6 为实例示意图 600,大体示出了根据本发明的教导的耦合到包括实例控制器的配电网 102 的功率变换器 100。如所示,所述能量传输元件 114 与集成控制器 602 一起被耦合以调节功率变换器 600 的输出端 105 处的输出电压 V_{OUT} 106。在一个实例中,集成控制器 602 执行图 1 示出的控制器 119 的功能。所述集成控制器 602 被耦合在漏端 209 与源端 210 之间。反馈端 213 被耦合到集成控制器 602 以接收表示输出电压 V_{OUT} 106 的反馈信号 124。在所示实例中,旁路端 604 耦合到旁路电容器 606,其在运行期间向集成控制器 602 的内部电路提供供给电流。在一个实例中,箝位电路 118 包括电阻器 605、整流器 606 和电容器 607 以限制集成控制器 602 两端的最大电压。

[0056] 在该实例中,图 6 示出了传感器 120,其进一步包括辅助绕组 608,其输出反馈信号 124,其被耦合以被集成控制器 602 接收。在一个实例中,在电源开关 208 关断后的时间期间,呈现在辅助绕组 608 两端的电压基本上与变换器的输出电压 V_{OUT} 106 成比例。此外,辅助绕组 608 耦合至分压器,其包括第一和第二电阻器 612 和 614,这样反馈端 213 耦合在第一和第二电阻器 612 和 614 之间。在一个实例中,可基于在给定的负载电流下的负载电压 V_{LOAD} 130 的期望电平来选择第一和第二电阻器 612 和 614 的值,说明其接通时整流器 140 上的电压。在其它使用 PWM 控制方法的实例中,应当理解使集成控制器 602 运行的供给电流可得自辅助绕组 608。

[0057] 图 7 是电路 700 的示意图, 示出了根据本发明的教导的集成电缆压降补偿器 202 的实例。如所示, 内部电压源 701 被耦合以向电路 700 提供已调节的内部电压 V_{INT} 702。在一个实例中, 内部调节的电压 V_{INT} 702 可由旁路电容器 606 通过旁路端 604 来提供, 如图 6 的实例所示。

[0058] 如所描述的实例所示, 表示驱动信号 211 的开关信号 212 被反相器 710 接收。在一个实例中, 开关信号 212 可为数字信号, 其在启用周期的持续时间内是有效的并且在其它情况下是无效的。在一个实例中, 逻辑高数字信号表示有效信号, 逻辑低信号表示无效信号。当开关信号 212 为高时, 晶体管 T_2 714 的栅极为低, 允许电流流经电阻器 R_1 716 和电阻器 R_2 718。当开关信号 212 为低时, 晶体管 T_2 714 的栅极为高, 阻止电流流经晶体管 T_2 714 和 R_2 718。

[0059] 在所述实例中, 电流源 715 耦合到晶体管 T_1 725, 以从内部电压源 701 吸收 (sink) 电流。如所示, 低通滤波器 720 被耦合至节点 A 721、耦合至晶体管 T_3 722 的栅极的节点 B 724、和公共归路 737。在一个实例中, 所述低通滤波器包括如所示被耦合的电容器 727 和电阻器 729。在运行中, 当晶体管 T_2 714 的栅极为高时, 由于电阻器 729 相对于电阻器 R_1 716 的电阻的相对高的电阻, 电阻器 R_1 716 两端的电压降 V_{R1} 731 基本上为 0。

[0060] 如所示, 第一图 733a 示出了表示电压降 V_{R1} 731 的 AC 电压波形。更具体地, 当晶体管 T_2 714 的栅极为低时, 幅度为 V_{R1MAX} 的电压降在电阻器 R_1 716 两端下降, 以及当晶体管 T_2 714 的栅极为高时, 基本为零伏的电压降在电阻器 R_1 716 两端下降。第二图 733b 示出了表示电阻器 R_3 726 两端的电压降 V_{R3} 735 的 DC 电压波形。更具体地, 所述电压降 V_{R3} 是 AC 电压降 V_{R1} 731 的连续平均值。换言之, 低通滤波器 720 被耦合以从随时间变化的电压 V_{R1} 731 提供跨越电阻器 R_3 726 的基本为 DC 的电压 V_{R3} 735。制造晶体管 725 和 722 的尺寸使其工作在低电流密度下。因此, 晶体管 725 的栅极和源极之间的电压大约与晶体管 722 的栅极和源极之间的电压相等。因此, 在所示实例中, 低通滤波器 720 有效地作为所述开关系数计算器 302 工作。在一个实例中, 当所述开关信号 212 为高时, V_{R1} 具有值 V_{R1MAX} , 并且当所述开关信号 212 为低或处于“停用状态”时, V_{R1} 基本上为 0。因此, 在 N 个开关周期内的平均电压 V_{R3} 是 V_{R1MAX} 除以 N 并乘以 N 个开关周期内启用周期的数目。

[0061] 如所示, 电压补偿计算器 730 包括匹配的电阻器 R_4 732 和电阻器 R_5 734, 其分别与尺寸匹配的晶体管 T_4 736 和 T_5 738 耦合。电流源 740, 耦合至内部电压源 V_{INT} 702, 向所述电压补偿计算器 730 提供电流 I。在所述实例中, 第二电流源 742 耦合至公共归路 737 并传导电流源 740 的电流的一半。

[0062] 在一个实例中, 当几乎所有周期停用时, 所述开关系数基本上等于 0, 且通过晶体管 T_3 722 的电流基本上等于 0。此外, 经过晶体管 T_4 736 和电阻器 R_4 732 的电流与流经晶体管 T_5 738 和电阻器 R_5 734 的电流相等。因此, 被调整的电压 V_{ADJ} 746 将与固定参考电压 V_{REF} 744 基本上相等。

[0063] 在另一实例中, 开关系数 SC 为 0.5 或 50%, 其例如可表明电源开关 208 在设定数量的周期的 50% 为启用的。在所述开关信号 212 为低的时间期间, 基本上无电流流经电阻器 R_1 716 和电阻器 R_2 718。相反地, 当开关信号 212 为高时, 电流流经电阻器 R_1 716 和电阻器 R_2 718, 且在电阻器 R_1 716 两端有电压降。该电压降可通过如下公式确定:

$$[0064] \quad V_{R1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times (V_{INT} - V_{GS1} - V_{GS2}) \quad (4)$$

[0065] 其中 V_{R1} 是电阻器 R_1 两端的电压降, V_{INT} 702 是内部电源电压 702, V_{GS1} 是与晶体管 725 相关联的栅极到源极的电压, 以及 V_{GS2} 是与晶体管 714 相关联的漏极到源极的电压。

[0066] 在运行中, 相对于公共归路 737 的节点 C 741 处的电压响应于流经电阻器 R_3 726 和电阻器 R_4 732 的附加电流进行调整。更具体地, 当流经电阻器 R_3 726 的电流增加时, 电阻器 R_4 两端的电压降增加, 其升高了相对于公共参考 737 的节点 C 741 处的电压。当流经 R_3 726 的电流减小时, 电阻器 R_4 两端的电压降减小, 其降低了相对于公共参考 737 的节点 C 741 处的电压。由于电阻器 R_5 734 两端的电压由电流源 742 保持恒定, 且节点 C 741 处的电压变化, 所以被调整的电压 V_{ADJ} 746 与节点 C 处的电压变化量相同。根据该实施方式, 被调整的电压 V_{ADJ} 746 可用如下公式表示:

$$[0067] \quad V_{ADJ} = V_{REF} + V_{R4} - V_{R5} \quad (5)$$

[0068] 其中 V_{R4} 是电阻器 R_4 732 两端的电压降, V_{R5} 是电阻器 R_5 735 两端的固定电压降, V_{REF} 744 是相对于公共归路 737 的设定参考电压。

[0069] 在一个实例中, 包含在开关块 20 1 中的比较器 750 接收表示被调整的电压 V_{ADJ} 746 的补偿参考电压信号 216 且将其与表示输出电压 V_{OUT} 106 的反馈信号 124 比较, 以调节输出电压 V_{OUT} 106 来补偿变化的配电电压 V_{DIST} 132, 从而保持负载电压 V_{LOAD} 130 的有限变化。

[0070] 图 8 为示意图, 示出了根据本发明的教导的图 7 中的集成电缆压降补偿器的修改实例, 其适应不同的峰值电流极限。如所示, 电阻器 R_6 801 与晶体管 T_6 802 被包括且被耦合以允许一个以上的电流极限。在所述实例中, 由电缆压降补偿器 202 经由电流极限端 804 接收电流调整信号 I_{ADJ} 222。在一个实例中, 所述电流调整信号 I_{ADJ} 222 可为模拟信号以适应多个电流极限水平。在另一实例中, 通过在电阻器 R_2 718 与 R_6 801 之间使用多个电阻器, 多个信号可指定多个电流极限水平, 每个附加电阻器被接收电流调整信号的晶体管所短路, 这样所述晶体管或所述电阻器传导电阻器 R_2 718 中的电流。根据图 8 示出的实例, 电流调整信号 I_{ADJ} 222 为数字信号, 其使晶体管 802 在“关断”状态和“导通”状态之间转换。更具体地, 当电流调整信号 I_{ADJ} 222 为高时, 电阻器 R_6 被短路, 所述电流极限处于最大峰值电流极限 I_{MAX} 。电阻器 R_1 716 两端的电压也可采用与使用了上述公式 (4) 的图 7 中讨论的相同方式进行计算。

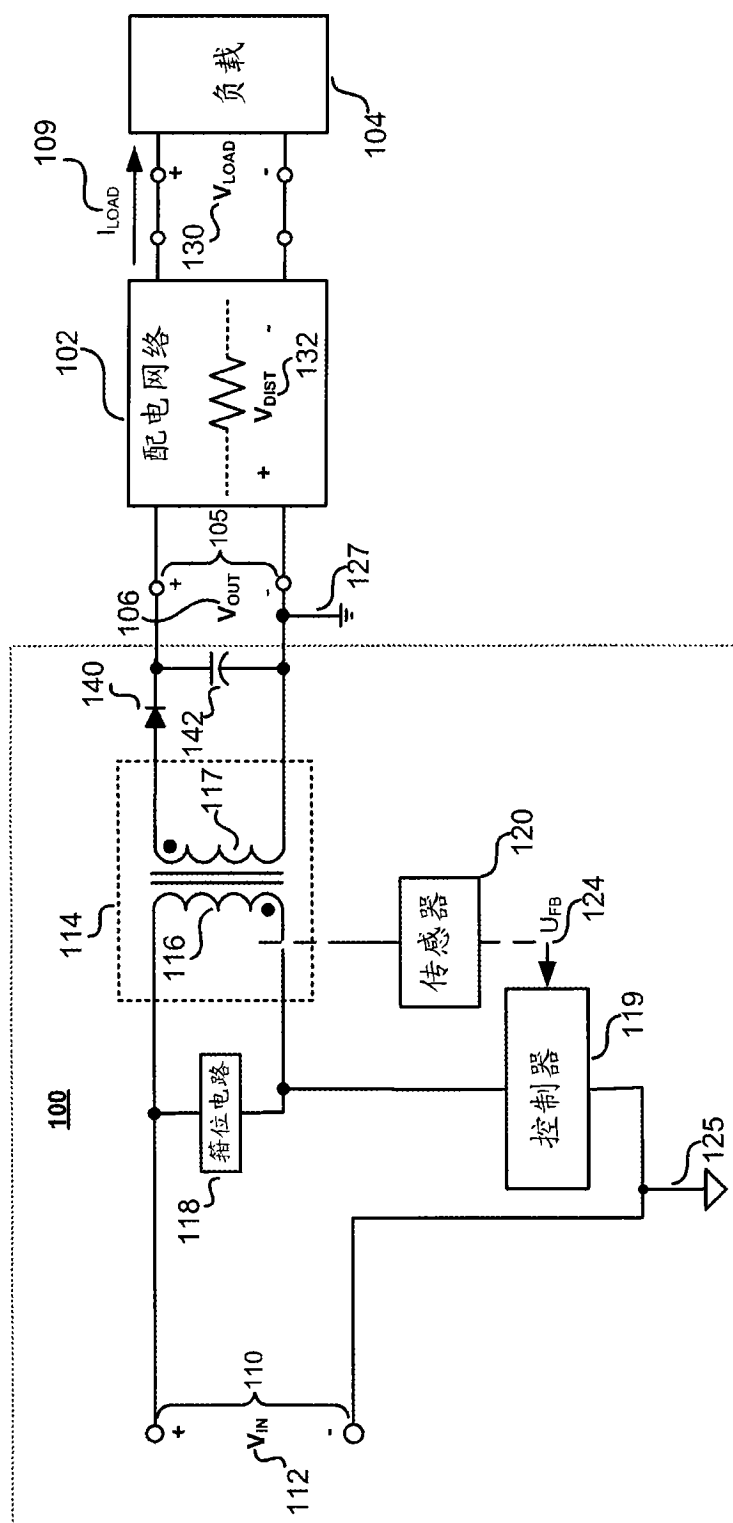
[0071] 当电流调整信号 I_{ADJ} 222 为低时, 当前峰值电流极限 I_{PEAK} 从最大峰值电流极限 I_{MAX} 下降, 且晶体管 802 为“关断”, 导致电阻器 R_1 两端的电压降减小。电阻器 716 R_1 两端的电压可基于如下公式计算:

$$[0072] \quad V_{R1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_6} \right) \times (V_{INT} - V_{GS1} - V_{GS2}) \quad (6)$$

[0073] 其中 V_{R1} 是电阻器 R_1 716 两端的电压降, V_{INT} 是内部电源电压 702, V_{GS1} 是与晶体管 T_1 相关联的栅极到源极的电压, 以及 V_{GS2} 是与晶体管 T_2 相关联的漏极到源极的电压。如上述公式所示, 由于电阻器 R_6 801 的附加电阻, 电压降 V_{R1} 731 下降。更具体地, V_{R1} 731 与峰值电流极限 I_{PEAK} 从最大峰值电流极限 I_{MAX} 的下降成比例地减小。因此, 被调整的电压 V_{ADJ} 746 将由与公式 (6) 中 V_{R1} 值从公式 (4) 中的 V_{R1} 值下降的相同比例限定。在一个实例中, 根据

本发明教导,使用上述原理可增加和执行多个峰值电流极限。

[0074] 在以上的详细描述中,已经参考其中的特定实例或实施例描述了本发明的方法和装置。然而,显然在不偏离本发明的更广的精神和范围的情况下,可对其进行多种修改和改变。相应地,本发明的说明书和附图被认为是示意性的而不是限制性的。



一
四

200

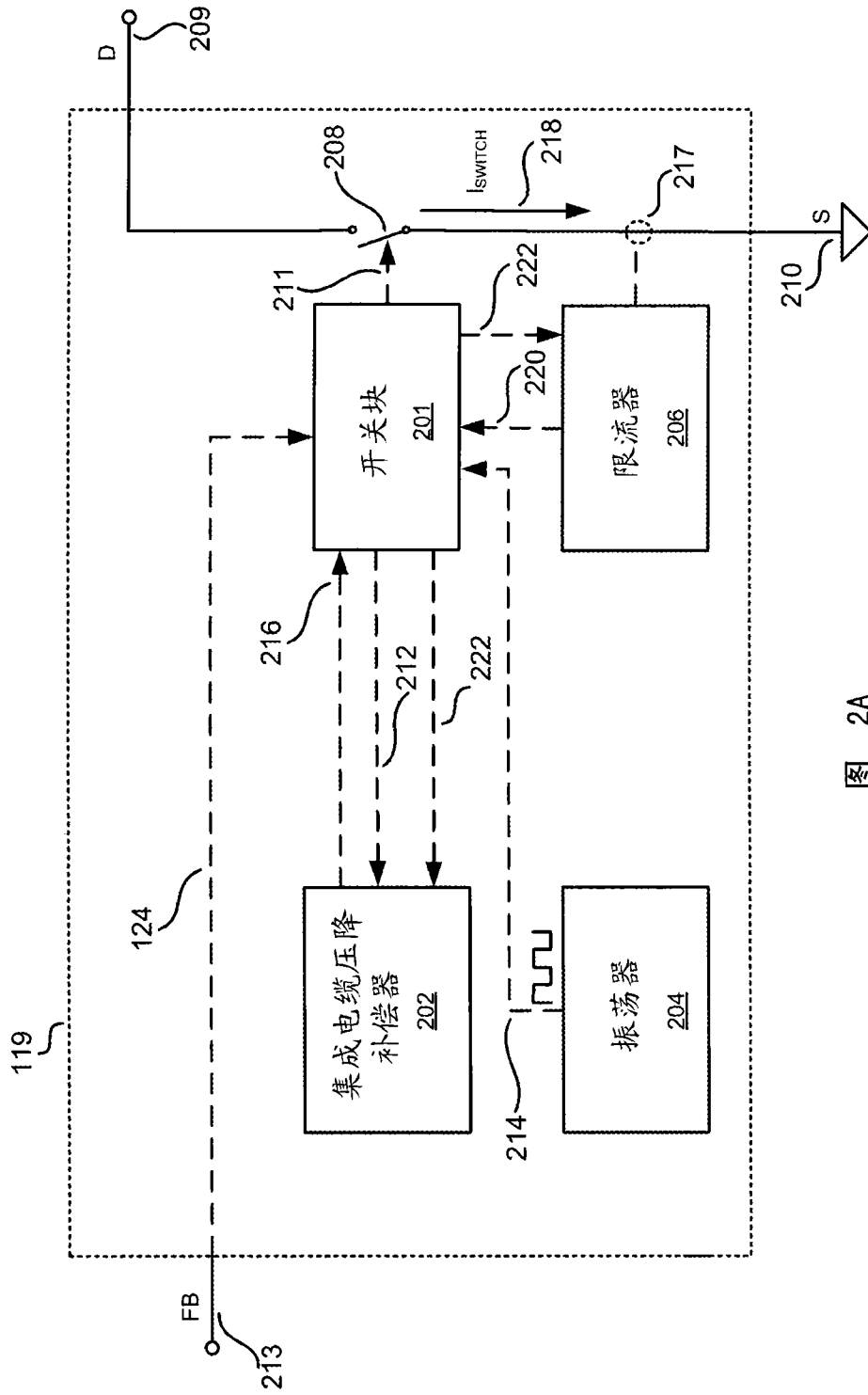


图 2A

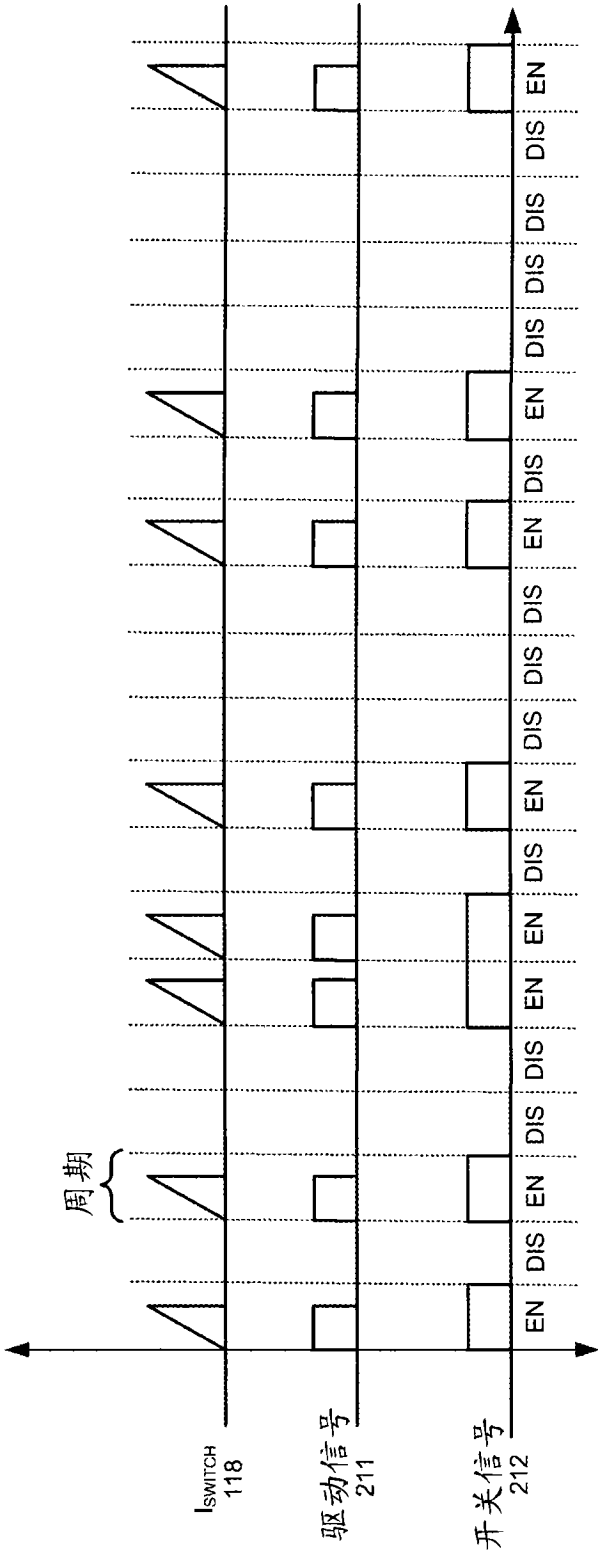


图 2B

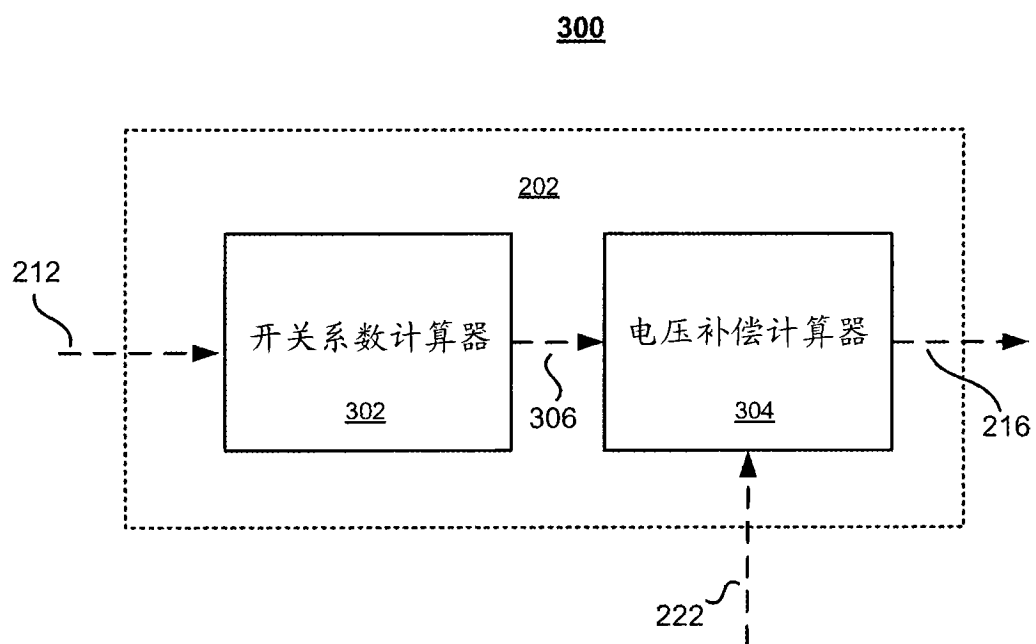


图 3A

开/关切换方案

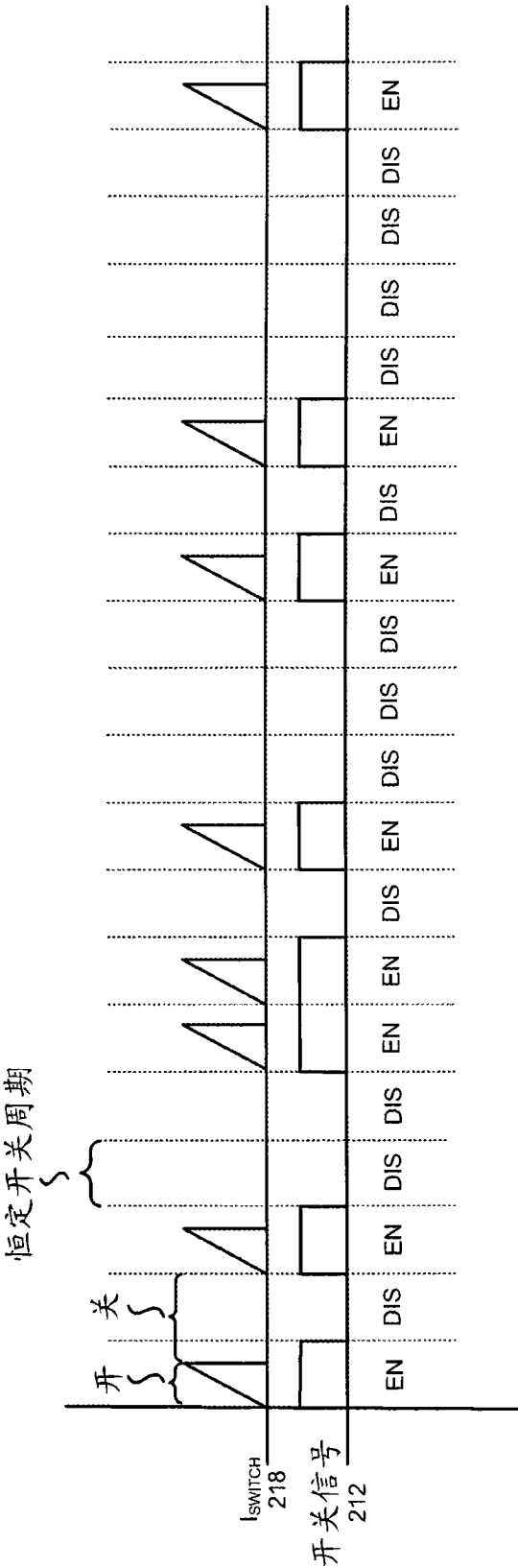


图 3B

可变频率PWM切换方案

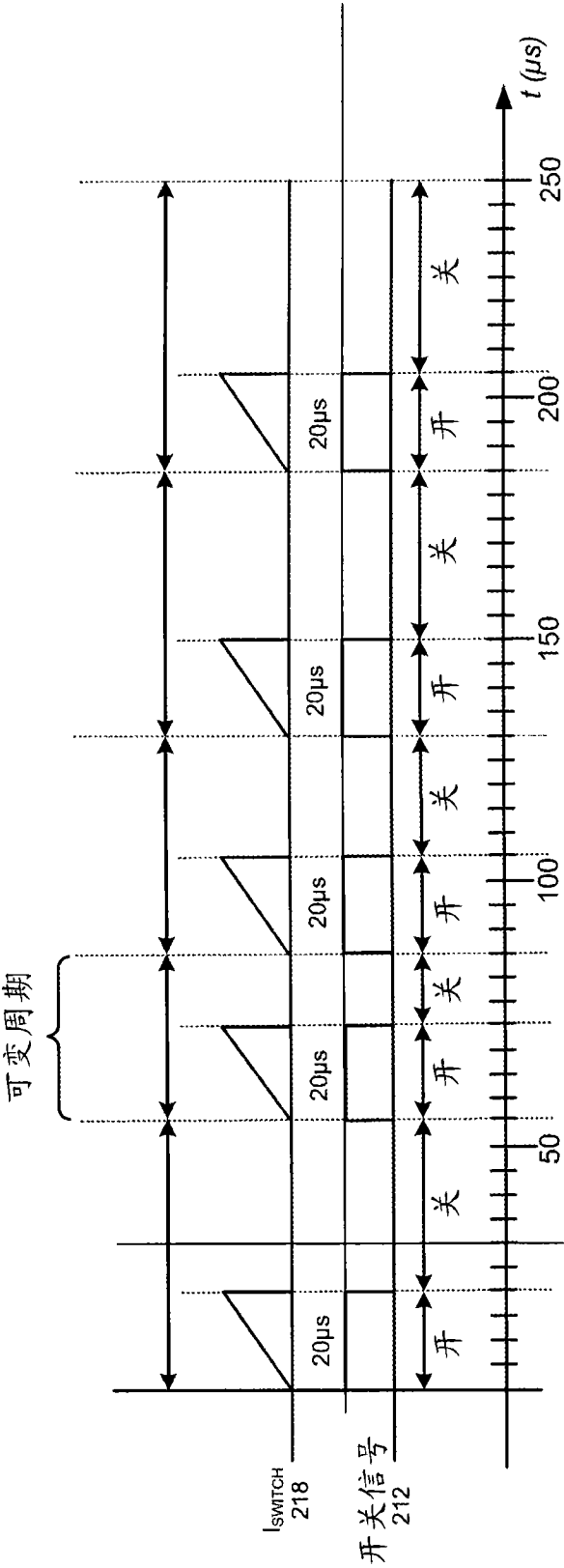


图 3C

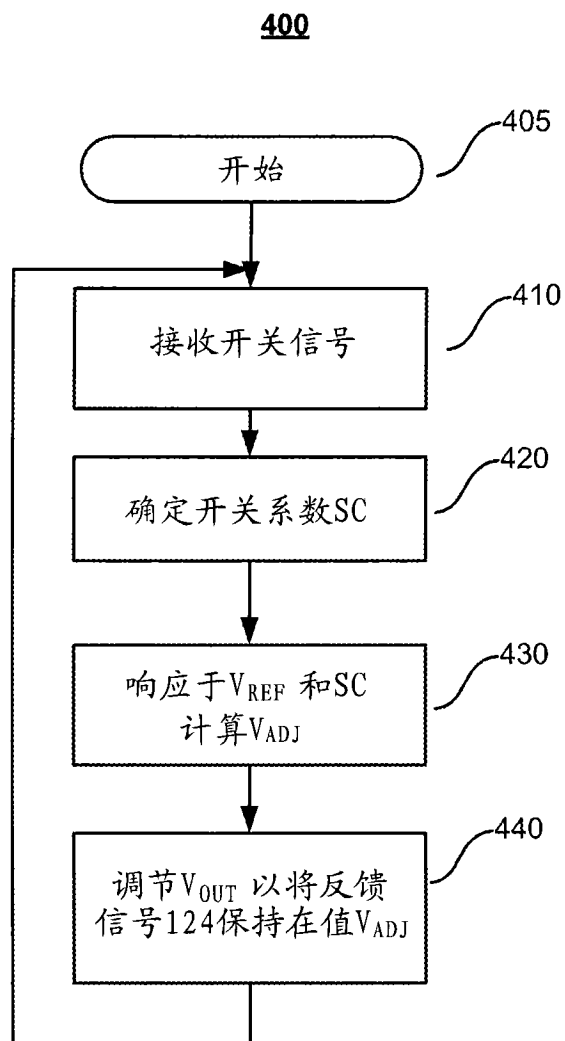


图 4

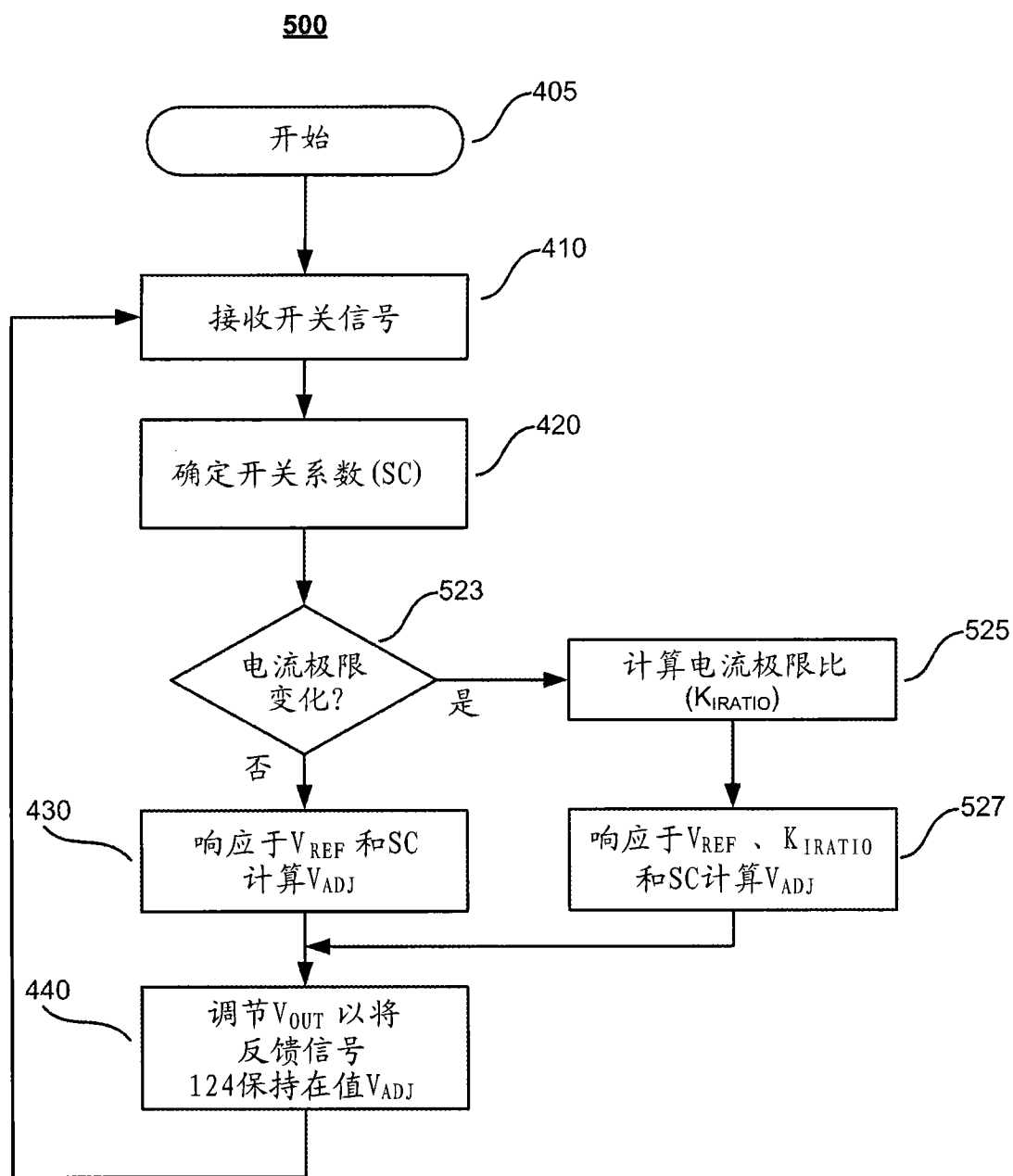


图 5

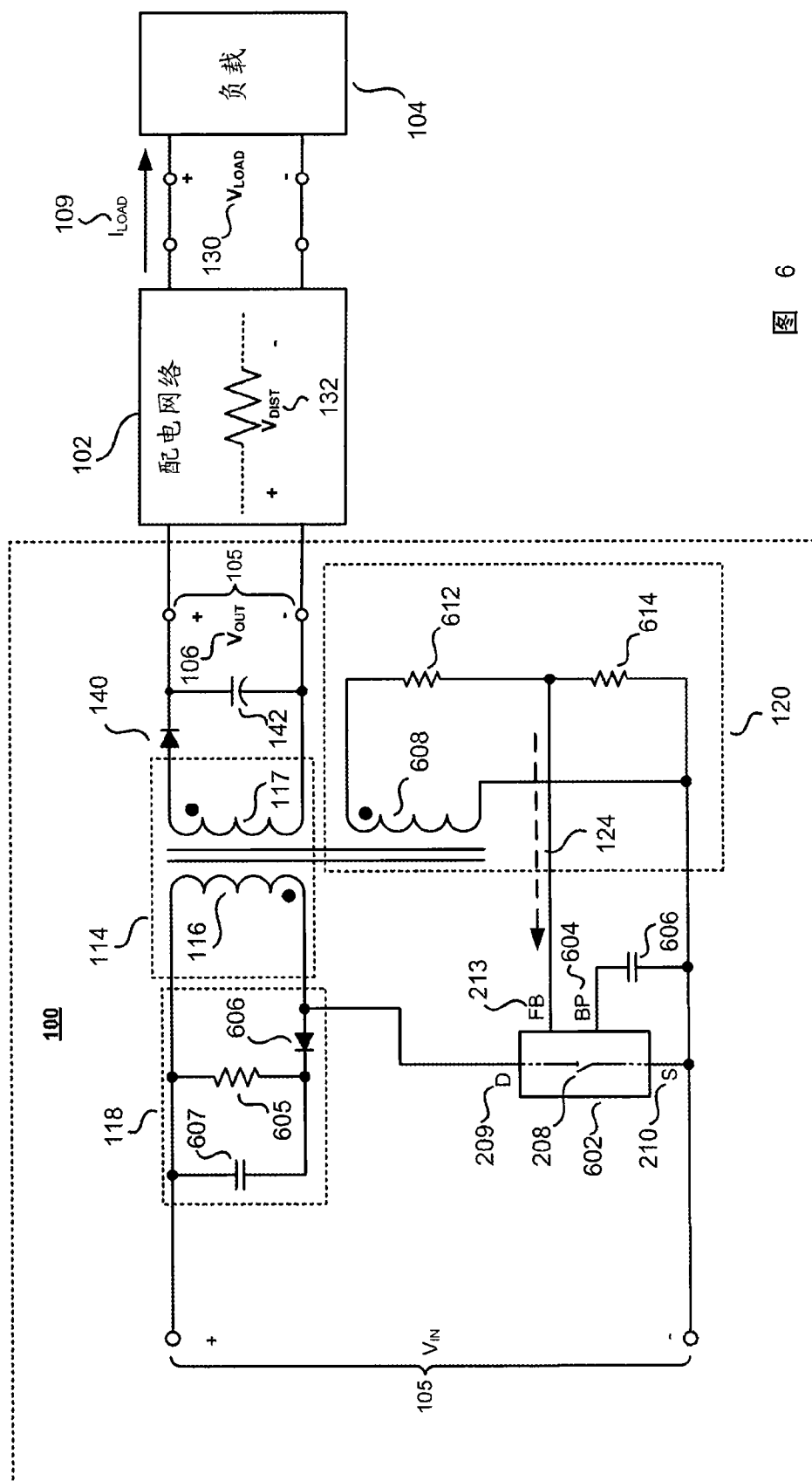
600

图 6

700

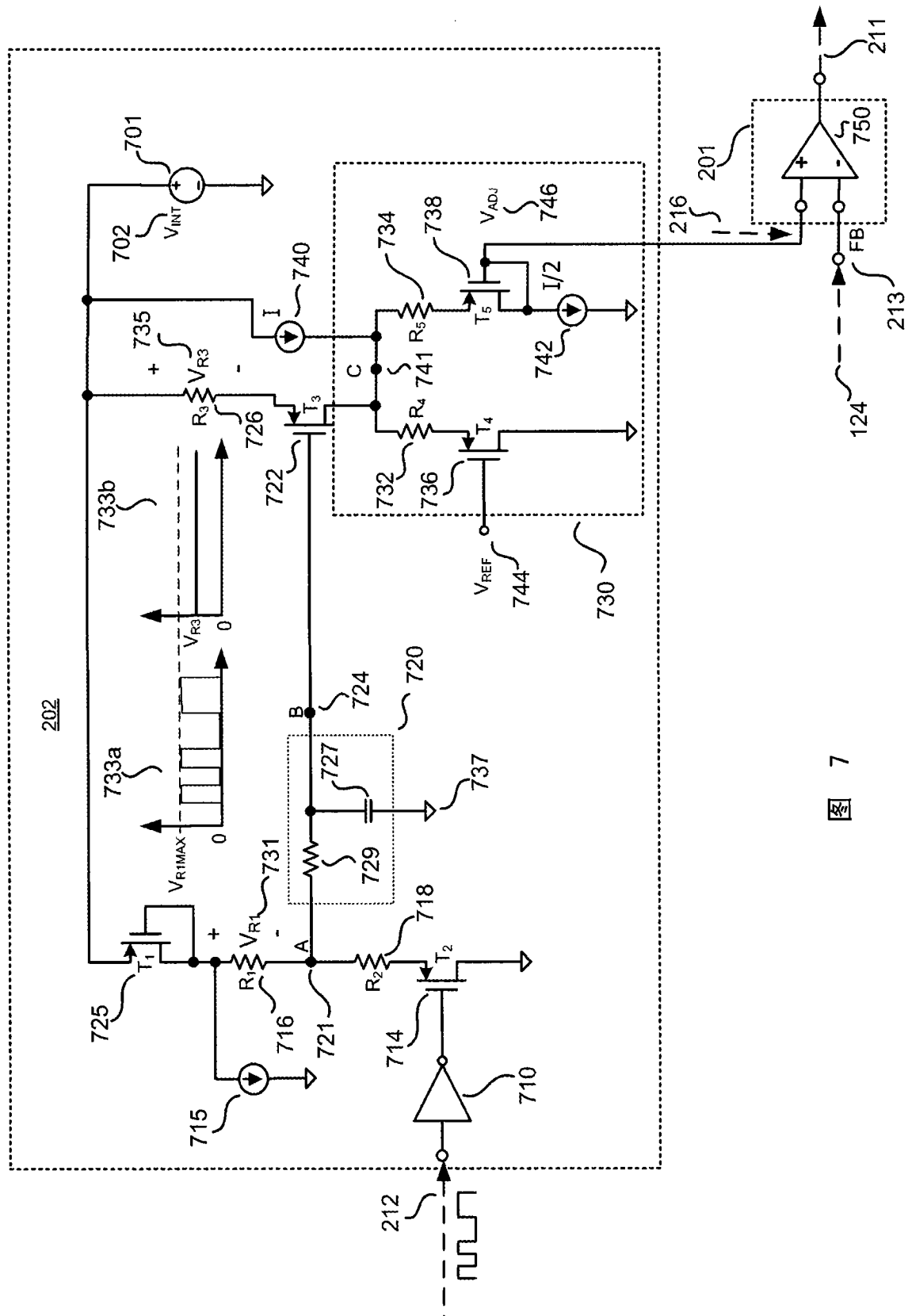


图 7

