



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104054246 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201280066961. 1

代理人 沈锦华

(22) 申请日 2012. 12. 05

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

13/313, 296 2011. 12. 07 US

H02M 3/156 (2006. 01)

G06F 1/26 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/067944 2012. 12. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/085992 EN 2013. 06. 13

(71) 申请人 密克罗奇普技术公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 布赖恩·克里斯

约瑟夫·W·特里斯

克拉克·J·罗格斯 彼得·席克

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

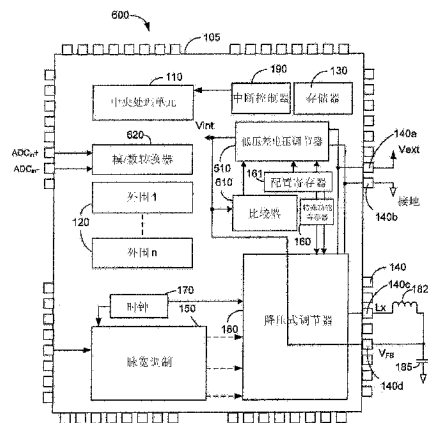
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

具有线性电压调节器及内部切换模式电压调节器的集成电路装置

(57) 摘要

本发明提供一种集成电路装置,其具有:以内部核心电压(Vint)操作的数字装置(600);线性电压调节器(510);及内部切换模式电压调节器(180),其由所述数字装置控制且通过至少第一及第二外部接针(140a, 140b)接收高于所述内部核心电压的外部供应电压(Vext),及产生所述内部核心电压,其中所述内部切换模式电压调节器通过多个外部接针中的至少一个其它外部接针(140c)与至少一个外部组件(182)耦合。



1. 一种集成电路装置,其包括:

数字装置,其以内部核心电压操作;

线性电压调节器;

内部切换模式电压调节器,其由所述数字装置控制且通过至少第一及第二外部接针接收高于所述内部核心电压的外部供应电压,并产生所述内部核心电压,其中所述内部切换模式电压调节器通过所述多个外部接针中的至少一个其它外部接针与至少一个外部组件耦合。

2. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述外部组件包括电感器。

3. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述外部组件包括电感器及电容器,其中所述电感器耦合于第三外部接针与第四外部接针之间,且所述电容器耦合于所述第四外部接针与接地之间。

4. 根据权利要求 3 所述的集成电路装置,其中所述内部切换模式电压调节器是降压式调节器。

5. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述数字装置是微控制器。

6. 根据权利要求 5 所述的集成电路装置,其中所述微控制器包括低电力功能。

7. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述数字装置选自自由以下各者组成的群组:微处理器、状态机、专用集成电路 ASIC 及逻辑装置。

8. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述切换模式电压调节器与所述线性电压调节器的输出连接。

9. 根据权利要求 8 所述的集成电路装置,其中所述切换模式电压调节器产生比所述线性电压调节器高的输出电压。

10. 根据权利要求 8 所述的集成电路装置,其进一步包括比较器,一旦已检测到所述较高输出电压,所述比较器就自动关闭所述线性电压调节器。

11. 根据权利要求 10 所述的集成电路装置,其中所述比较器是所述线性电压调节器的设置点比较器。

12. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述线性电压调节器是默认电压调节器,且进一步包括用于启动所述切换模式电压调节器的配置寄存器。

13. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其进一步包括电力管理单元,所述电力管理单元可操作以启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。

14. 根据权利要求 1 所述的集成电路装置,其中所述外部供应电压为约 3.3 伏特,且所述内部核心电压为约 1.8 伏特。

15. 根据权利要求 5 所述的集成电路装置,其中所述至少一个其它外部接针与其它微控制器功能一起多路复用。

16. 一种电路板,其包括根据权利要求 1 所述的集成电路装置及以所述外部供应电压操作的多个其它集成电路装置,其中所述电路板将所述外部供应电压作为唯一电力供应电压提供到所述集成电路。

17. 一种操作集成电路装置的方法,其包括:

提供供应电压;

提供集成电路装置,所述集成电路装置以低于所述外部供应电压的内部核心电压操

作；

将所述供应电压馈送到所述集成电路；

借助于线性电压调节器在所述集成电路装置内产生所述内部核心电压；

对所述集成电路装置内的切换模式电压调节器进行编程以操作，其中所述切换模式电压调节器经由至少一个外部连接接针连接到至少一个外部组件；

从所述线性电压调节器切换到所述切换模式电压调节器，以用于产生所述内部核心电压。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中所述切换模式电压调节器产生比所述线性电压调节器高的输出电压，且所述切换步骤包括比较所述切换模式电压调节器的所述输出电压与参考值。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，其中所述比较步骤是由所述线性电压调节器的设置点比较器来执行。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，其中所述线性电压调节器是默认电压调节器，且所述编程步骤包括将配置值写入到配置寄存器中，或将控制值写入到控制寄存器中。

21. 根据权利要求 17 所述的方法，其进一步包括启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。

22. 根据权利要求 17 所述的方法，其中所述集成电路装置是微控制器。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其进一步包括将所述至少一个其它外部接针与其它微控制器功能一起多路复用。

24. 根据权利要求 17 所述的方法，其进一步包括：

切换回到所述线性电压调节器以用于产生所述内部核心电压，且关闭所述切换模式电压调节器；

执行所述集成电路装置的功能；

在执行所述功能之后，从所述线性电压调节器切换回到所述切换模式电压调节器。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其中所述集成电路装置是微控制器，且所述功能是模 / 数转换功能。

26. 根据权利要求 24 所述的方法，其中所述集成电路装置是微控制器，且所述功能是低电力模式功能。

27. 一种操作集成电路装置的方法，其包括：

提供供应电压；

提供集成电路装置，所述集成电路装置以低于所述外部供应电压的内部核心电压操作；

将所述供应电压馈送到所述集成电路；

根据预置配置从线性电压调节器或切换模式电压调节器中选择所述内部核心电压，其中所述切换模式电压调节器经由至少一个外部连接接针连接到至少一个外部组件；

借助于所述选定的电压调节器在所述集成电路装置内产生所述内部核心电压。

28. 根据权利要求 26 所述的方法，其进一步包括：

从所述线性电压调节器切换到所述切换模式电压调节器或从所述切换模式电压调节器切换到所述线性电压调节器，以用于产生所述内部核心电压。

29. 根据权利要求 28 所述的方法,其中所述切换是通过设置或清除控制寄存器中的至少一个位来执行。

30. 根据权利要求 28 所述的方法,其中所述切换模式电压调节器产生比所述线性电压调节器高的输出电压,且所述切换步骤包括比较所述切换模式电压调节器的所述输出电压与参考值。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述比较步骤是由所述线性电压调节器的设置点比较器来执行。

32. 根据权利要求 27 所述的方法,其进一步包括启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。

33. 根据权利要求 27 所述的方法,其中所述集成电路装置是微控制器。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其进一步包括将所述至少一个其它外部接针与其它微控制器功能一起多路复用。

35. 根据权利要求 27 所述的方法,其进一步包括:

切换到所述线性电压调节器以用于产生所述内部核心电压,且关闭所述切换模式电压调节器;

执行所述集成电路装置的功能;

在执行所述功能之后,从所述线性电压调节器切换回到所述切换模式电压调节器。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中所述集成电路装置是微控制器,且所述功能是模 / 数转换功能。

37. 根据权利要求 35 所述的方法,其中所述集成电路装置是微控制器,且所述功能是低电力模式功能。

具有线性电压调节器及内部切换模式电压调节器的集成电路装置

技术领域

[0001] 本申请案的技术领域涉及集成电路装置,明确地说,涉及具有两个电压调节器的微处理器或微控制器。

背景技术

[0002] 使用特殊处理技术制造具有高集成因子的集成电路装置。此类装置由于改进的工艺技术而越来越占据较少空间。随着工艺几何结构减小,此类装置中的操作电压或核心电压也减小。虽然使用例如 5 伏特的供应电压是常见的,但是更新型装置使用仅 3.3 伏特或甚至更小的供应电压。以 0.18 微米的工艺技术,内部核心电压是 1.8 伏特。其它技术可更进一步减小所述电压,例如减小到 1.2 伏特。虽然电路板通常设计为使用 3.3 伏特或 5 伏特作为供应电压,但是许多集成装置借助于集成电压调节器产生例如 1.8 伏特的内部核心电压,或甚至更低的核心电压。此类电压调节器传统上是线性调节器。因此,可出现由线性电压调节器转换为热的至多 45% ($(3.3V-1.8V)/3.3V = 45\%$) 的输入电力损失。此外,此能量浪费在任何电池操作装置中可为显著的。

[0003] 因此,需要改进的集成电路装置。

发明内容

[0004] 根据实施例,一种集成电路装置可包括:以内部核心电压操作的数字装置;线性电压调节器;及内部切换模式电压调节器,其由所述数字装置控制且通过至少第一及第二外部接针接收高于所述内部核心电压的外部供应电压并产生所述内部核心电压,其中所述内部切换模式电压调节器通过多个外部接针中的至少一个其它外部接针与至少一个外部组件耦合。

[0005] 根据另一实施例,所述外部组件可包括电感器。根据另一实施例,所述外部组件可包括电感器及电容器,其中所述电感器耦合于第三外部接针与第四外部接针之间,且所述电容器耦合于所述第四外部接针与接地之间。根据另一实施例,所述内部切换模式电压调节器可为降压式调节器。根据另一实施例,所述数字装置可为微控制器。根据另一实施例,所述微控制器可包括低电力功能。根据另一实施例,所述数字装置可选自由以下项组成的群组:微处理器、状态机、专用集成电路(ASIC)及逻辑装置。根据另一实施例,可连接所述切换模式电压调节器及所述线性电压调节器的输出。根据另一实施例,所述切换模式电压调节器可产生比所述线性电压调节器高的输出电压。根据另一实施例,所述集成电路装置可进一步包括比较器,一旦检测到所述较高输出电压,所述比较器便自动关闭所述线性电压调节器。根据另一实施例,所述比较器可为所述线性电压调节器的设置点比较器。根据另一实施例,所述线性电压调节器可为默认电压调节器,且进一步包括用于启动所述切换模式电压调节器的配置寄存器。根据另一实施例,所述集成电路装置可进一步包括电力管理单元,其操作以启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。根

据另一实施例,所述外部供应电压可为约 3.3 伏特,且所述内部核心电压约为 1.8 伏特。根据另一实施例,所述至少一个其它外部接针可连同其它微控制器功能一起多路复用。

[0006] 根据另一实施例,一种电路板可包括如上文所述的集成电路装置及以所述外部供应电压操作的多个其它集成电路装置,其中所述电路板将所述外部供应电压作为唯一电力供应电压而提供到所述集成电路。

[0007] 根据又一实施例,一种操作集成电路装置的方法可包括:提供供应电压;提供以低于所述外部供应电压的内部核心电压操作的集成电路装置;将所述供应电压馈送到所述集成电路;借助于线性电压调节器在所述集成电路装置内产生所述内部核心电压;在所述集成电路装置内对切换模式电压调节器编程以操作,其中所述切换模式电压调节器经由至少一个外部连接接针连接到至少一个外部组件;从所述线性电压调节器切换到所述切换模式电压调节器以用于产生所述内部核心电压。

[0008] 根据所述方法的另一实施例,所述切换模式电压调节器可产生比所述线性电压调节器高的输出电压,且所述切换步骤包括比较所述切换模式电压调节器的所述输出电压与参考值。根据所述方法的另一实施例,所述比较步骤可通过所述线性电压调节器的设置点比较器来执行。根据所述方法的另一实施例,所述线性电压调节器可为默认电压调节器,且所述编程步骤包括将配置值写入到配置寄存器中或将控制值写入到控制寄存器中。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。根据所述方法的另一实施例,所述集成电路装置可为微控制器。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括将所述至少一个其它外部接针连同其它微控制器功能一起多路复用。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括切换回到所述线性电压调节器以用于产生所述内部核心电压且关闭所述切换模式电压调节器;执行所述集成电路装置的功能;在执行所述功能之后从所述线性电压调节器切换回到所述切换模式电压调节器。根据所述方法的另一实施例,所述集成电路装置可为微控制器,且所述功能是模/数转换功能。根据所述方法的另一实施例,所述集成电路装置可为微控制器,且所述功能是低电力模式功能。

[0009] 根据又一实施例,一种操作集成电路装置的方法可包括:提供供应电压;提供以低于所述外部供应电压的内部核心电压操作的集成电路装置;将所述供应电压馈送到所述集成电路;根据预置配置从线性电压调节器或切换模式电压调节器中选择所述内部核心电压,其中所述切换模式电压调节器经由至少一个外部连接接针连接到至少一个外部组件;借助于所述选定的电压调节器在所述集成电路装置内产生所述内部核心电压。

[0010] 根据上述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括从所述线性电压调节器切换到所述切换模式电压调节器,或反过来也是一样,以用于产生所述内部核心电压。根据上述方法的另一实施例,可通过设置或清除控制寄存器中的至少一个位而执行所述切换。根据上述方法的另一实施例,所述切换模式电压调节器可产生比所述线性电压调节器高的输出电压,且所述切换步骤包括比较所述切换模式电压调节器的所述输出电压与参考值。根据所述方法的另一实施例,可通过所述线性电压调节器的设置点比较器来执行所述比较步骤。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括启用或停用所述降压式调节器及所述线性电压调节器中的至少一者。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括所述集成电路装置可为微控制器。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括将

所述至少一个其它外部接针连同其它微控制器功能一起多路复用。根据所述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括切换到所述线性电压调节器,以用于产生所述内部核心电压且关闭所述切换模式电压调节器;执行所述集成电路装置的功能;在执行所述功能之后从所述线性电压调节器切换回到所述切换模式电压调节器。根据所述方法的另一实施例,所述集成电路装置可为微控制器,且所述功能是模/数转换功能。根据所述方法的另一实施例,所述集成电路装置可为微控制器,且所述功能是低电力模式功能。

[0011] 所属领域的技术人员将易于从附图、描述及权利要求书而显而易见本发明的其它技术优点。本申请案的各种实施例可仅获得所阐明的优点的子集。没有一个优点对于实施例是关键的。

附图说明

[0012] 可通过参考结合附图进行的随附描述获取对本发明及其优点的更完全理解,其中相似参考数字指示相似特征,且其中:

[0013] 图 1 是展示根据实施例的微控制器的框图;

[0014] 图 2 展示可与微控制器集成的示范性降压式调节器的实施例;

[0015] 图 3 展示微处理器的另一实施例;

[0016] 图 4 展示如图 1 及 3 中所示的微处理器或微控制器的应用,其中电路板上具有其它组件;

[0017] 图 5 展示具有集成切换模式电压调节器的微控制器的另一实施例;

[0018] 图 6 展示具有集成切换模式电压调节器的微控制器的又一实施例;

[0019] 图 7 展示图 6 中所示的布置的更详细框图;以及

[0020] 图 8 展示与图 7 中所示的实施例组合的数字控制逻辑的框图。

具体实施方式

[0021] 明确地说,电池供电的集成电路装置(例如,微控制器(microcontroller, MCU)应用)需要使电力消耗最小化。虽然可提供外部电压调节器,但是此解决方案通常在空间及成本要求上为不可接受的。此外,使用此低内部核心电压的装置仅可与集成线性电压调节器一起使用,此情形可导致减小的电池寿命。因此,更有效率的外部调节器可能没有用处。

[0022] 集成电路装置(例如(但不限于)微处理器或微控制器)可具备切换模式电力调节器,例如内部降压式调节器。此切换电压调节器可经设计为非常有效率的。内部切换模式电压调节器可经设计为仅需要最少的外部组件,例如电感器及大电容器。可集成所有其它组件,例如电力晶体管及控制电路,其中某些外围功能可与内部调节器组合以进一步节省硅裸片上的裸片面积。

[0023] 图 1 展示微控制器 100 的框图。为了更好地概述,图 1 仅展示组件之间的某些连接。每一连接可取决于相应功能而表示单个或多个连接线。如所属领域的技术人员将了解,一些连接可为替代选择,并且可能不需要。

[0024] 集成芯片 100 嵌入于具有多个外部接针 140 的外壳 105 中。关于典型的微控制器,集成芯片 100 包括中央处理单元 110、多个外围装置 120 及存储器 130。这些外围装置中的一者可为脉宽调制模块 150。此外,微控制器包括集成切换模式电压调节器 180,例如降压

式调节器。降压式调节器使用例如由脉宽调制模块 150 提供的某些外围功能。然而,切换模式电压调节器 180 可能不需要来自微控制器的资源。在此情况下,用户可获得所有外围功能。微控制器可包括内部系统及 / 或外围总线。其它功能单元或模块展示于图 1 中,例如,中断控制器 190、时钟系统 170,时钟系统 170 将一个或多个时钟信号供应到脉宽调制模块 150 且供应到切换模式电压调节器 180。可提供电力管理模块 165,其可控制某些功能,明确地说,当系统切换到低电力模式以进一步减小装置的电力消耗时。电力管理模块可以通过外部接针 140a 及 140b 提供的外部供应电压操作。因此,电力管理模块可经配置以关断微控制器除其自身之外的所有其它组件,其中电力管理单元在休眠模式中可能仅需要非常小的供应电流。为此,切换模式电力调节器 180 可操作以借助于电力管理模块 165 开启及关闭。

[0025] 降压式调节器 180 通过外部接针 140a 及 140b 与外部供应电压 V_{ext} 及接地连接。如上文所提及,降压式调节器可经设计为仅需要最少的外部组件。在图 1 中,外部仅需要单个电感器 182 及电容器 185。这些组件 182、185 经由两个额外外部接针 140c 及 140d 与集成降压式调节器 180 连接。为此,电感器 182 耦合于第一额外外部接针 140c 与 140d 之间,其中电容器连接于第二额外外部接针 140d 与接地之间。降压式调节器 180 产生较低核心电压,且将所述核心电压在内部供应到以此电压操作的各种微控制器结构,如通过内部电压输出 V_{int} 所指示。然而,因为也可在外部连接 V_{FB} 处获得核心电压 V_{int} ,所以电路板上的其它组件可连接到此接针。

[0026] 图 2 展示微控制器内的降压式调节器的可能实施方案的更详细电路图。然而,可在微控制器内使用其它设计。图 2 中所示的降压式调节器包括欠电压锁定单元 205 及能带隙参考 210,每一者通过外部接针 140a 与外部供应电压连接。软起动单元 215 与能带隙参考 210 的输出耦合,且提供参考电压 V_{ref} 。第一运算放大器 250 在其非反相输入处接收参考电压 V_{ref} ,且在其反相输入处接收反馈信号。通过外部接针 140d 获得反馈信号,且滤波器网络由耦合于反馈接针 140d 与比较器 250 的输出之间的电阻器 255、260、275 及 280 以及电容器 265、270 及 285 组成。运算放大器 250 的输出与第一比较器 245 的输入耦合,第一比较器 245 的输出控制触发器 240 的 R 输入。触发器 240 的 S 输入接收脉冲信号。触发器 240 的输出驱动开关驱动逻辑及定时模块 235,其控制电力 MOSFET 295 及 297。第二比较器比较由传感器 225 测量的进入 MOSFET 295 的输入电流与参考值 I_{LIMpwm} ,且产生馈送到模块 235 的控制信号 $+ILPK$ 。类似地,第三比较器 222 比较来自 MOSFET 297 的通过传感器 227 的输出电流与参考值 V_{ref} ,且产生馈送到模块 235 的控制信号 $ILPK$ 。加总点 230 接收来自传感器 225 的输入电流测量信号及参考锯齿信号。加总点 230 的输出馈送到第一比较器。此外,降压式调节器可包括热关断模块 290。此外,对于降压式调节器 180 的某些单元,可提供修整单元 217。或者,降压式调节器的某些单元或功能可经配置以通过控制单元(例如,微控制器)、(例如)通过一或多个特殊功能寄存器 160 或借助于至少一个或多个熔丝等等来修整。而且,用于修整的特殊功能寄存器 160 可有利地为非易失性的配置寄存器。特殊功能寄存器 160(明确地说,非易失性配置寄存器)可用于控制降压式调节器的其它功能及参数(例如,输出电压、输出电流、能带隙参数,过电压或欠电压保护等等)。

[0027] 图 2 中所示的降压式控制器 180 是同步降压式调节器,其在脉冲频率调制(Pulse Frequency Modulation,PFM)模式或脉宽调制(Pulse Width Modulation,PWM)模式中操作

以使在整个操作电流范围上的系统效率最大化。然而,可使用如上文所提及的其它切换模式电压调节器。能够从(例如)2.7 伏特到 5.5 伏特输入电压源操作,降压式调节器 180 可例如递送 500 毫安的连续输出电流。当处于 PWM 模式时,装置以例如 2.0 兆赫兹的恒定频率切换,此情形允许小的滤波组件。可提供多种固定电压,例如 1.2 伏特、1.5 伏特、1.8 伏特、2.5 伏特、3.3 伏特。此外,所述装置的特征为由单元 205 进行的欠电压锁定 (under-voltage lockout, UVLO)、由单元 290 进行的超温关断、过电流保护及可由电力管理模块 165 控制的启用 / 停用控制。

[0028] 降压式调节器 180 具有两个不同操作模式,其允许装置贯穿整个操作电流及电压范围维持高水平的效率。装置取决于输出负载要求而在 PWM 模式与 PFM 模式之间自动切换。在重负载条件期间,降压式调节器 180 使用电流模式控制以例如(通常)2.0 兆赫兹的较高固定切换频率操作。此情形使输出波动(通常为 10 毫伏到 15 毫伏)及噪声最小化,同时维持较高效率(在 $V_{IN} = 3.6$ 伏特、 $V_{OUT} = 1.8$ 伏特, $I_{OUT} = 300$ 毫安的情况下,通常为 88%)。在正常 PWM 操作期间,当内部 P 通道 MOSFET295 开启时,出现切换循环的开始。感测斜坡电感器电流,且将其系结到内部高速比较器 245 的一个输入。高速比较器的另一输入是误差放大器输出。这个输出为内部 0.8 伏特参考与分压输出电压之间的差。当感测到的电流变得等于放大的误差信号时,高速比较器 245 切换状态,且关闭 P 通道 MOSFET295。开启 N 通道 MOSFET297,直到内部振荡器设置内部 RS 锁存为止,内部 RS 锁存起始另一切换循环的开始。针对以下条件中的任一者起始 PFM 到 PWM 模式转变:连续装置切换及输出电压下降到超出规定。

[0029] 在轻负载条件期间,降压式调节器 180 以 PFM 模式操作。当降压式调节器 180 进入此模式时,其开始跳过脉冲,以通过减小每秒切换循环的数目来使不必要的静态电流汲取最小化。此装置的典型静态电流汲取为(例如)45 微安。针对以下条件中的任一者起始 PWM 到 PFM 模式转变:在设置的持续时间内感测到不连续电感器电流,及电感器峰值电流下降到低于转变阈值极限。在起动期间控制降压式调节器 180 的输出。此控制允许在起动期间从 V_{IN} 上升到高于 UVLO 电压的极小量的 V_{OUT} 过冲或启用 SHDN。

[0030] 超温保护电路 290 集成于降压式调节器 180 中。此电路监视装置接面温度,且如果接面温度超过典型的 150°C 阈值,将所述装置关闭。如果超过此阈值,那么一旦接面温度下降约 10°C ,所述装置便将自动重启。在超温条件期间,软起动单元 215 被重置。

[0031] 当施加外部短路时,逐个循环的电流限制用于保护降压式调节器 180 免受损坏。典型峰值电流极限为(例如)860 毫安。如果感测的电流达到 860 毫安极限,那么即使输出电压不在规定内,P 通道 MOSFET295 也被关闭。当内部振荡器设置内部 RS 锁存时,装置将尝试开始新的切换循环。

[0032] UVLO 特征使用比较器来感测输入电压 (V_{IN}) 电平。如果输入电压低于适当操作降压式调节器 180 所必要的电压,那么 UVLO 特征将使转换器保持关闭。当 V_{IN} 上升到高于必要的输入电压时,UVLO 被释放且开始软起动。将滞后特性内置于 UVLO 电路中以补偿输入阻抗。举例来说,当装置操作时,如果输入电压源与装置之间存在任何电阻,那么在装置输入处将存在等于 $I_{IN} \times R_{IN}$ 的电压降。典型的滞后是 140 毫伏。

[0033] 图 3 展示呈微处理器形式的类似装置。类似元件带有相同参考标记。在此,代替多个外围装置,可能仅提供将装置连接到外部外围装置及存储器的接口模块 320。处理器

300 还是具有外壳 305,其含有微处理器的所有基本组件。装置还可包括快取存储器。切换模式电力调节器 180 再次可为如图 2 中所示及上文所论述的降压式调节器。

[0034] 图 4 展示印刷电路板,其包括如图 1 及 3 中所示的集成电路装置 100 或 300。印刷电路板包括多个导电路径或轨迹 410、425、426、460、470、480 以及连接垫 440 及 450。此外,展示额外组件 182、185、420 及 430。当然,电路板 400 可包括更多或更少组件及额外电路轨迹。将由外部电力供应器产生的外部供应电压馈送到连接垫 440 及 450,以便将接地连接到垫 450,且将例如 3.3 伏特连接到垫 440。轨迹 460 及 470 用集成电路装置 100/300 的电力供应接针 140a、140b 连接电力供应器。由集成电路装置 100/300 的内部组件及外部组件 182、185 形成的降压式调节器产生 1.8 伏特的内部核心电压。为此,电路板 400 提供导电轨迹 410 及 480 以将电感器 182 及电容器 185 与集成电路装置 100/300 的外部接针 140c 及 140d 适当地连接。电路板可包括多个其它组件,其以 3.3 伏特的较高供应电压操作。图 4 以参考符号 430 展示一个此组件。然而,可存在多个此类组件。因此组件 430 分别通过电路轨迹 460 及 470 的扩展直接连接到垫 440 及 450。此外,电路板可包括以 1.8 伏特的较低核心电压操作的组件。图 4 用参考标记 420 展示此组件。在此组件不具有其自己的电压调节器的情况下,装置可连接到接地垫 450,及集成电路装置 100/300 的外部接针 140d,这是因为接收反馈信号 V_{FB} 的外部接针 140d 带有例如 1.8 伏特的经调节核心电压。以此电压操作的其它组件也可连接到此接针 140d。

[0035] 取决于情形,切换模式电压调节器在集成电路装置中可能并非始终为有益的。举例来说,降压式调节器可产生不期望的切换噪声,可具有有限的低电压操作,且可能具有低电力操作模式(例如,降压式调节器可能无法良好运转的休眠模式或深度休眠模式)下的问题。切换模式电压调节器还可具有与线性电压调节器相比较来说的较高静态电流。因此,根据各种实施例,揭示具有线性电压调节器及切换模式电压调节器的组合的集成电路装置。在下文中,集成电路装置包括微控制器。然而,本申请案不限于微控制器。可使用能够控制切换模式电压调节器的其它数字装置,例如(但不限于)微处理器、状态机、专用集成电路(ASIC)或逻辑装置(例如,FPGA)。此外,下文的实施例将降压式调节器展示为切换模式电压调节器。然而,虽然此应用特别有益,但是其它切换模式电压调节器可取代所述降压式调节器。

[0036] 图 5 展示具有集成切换模式电力调节器(例如,降压式调节器)的微控制器或微处理器 500 的一个实施例。然而,在此,微控制器 500 还包括低压差(low dropout, LDO)电压调节器 510,如通常应用于许多集成电路中及如上文所论述的调节器。现在可取决于应用或操作模式而由 LDO 电压调节器 510 或由降压式调节器 180 来产生内部核心电压。因此,用户可在两种类型的调节器之间动态切换。为此,可提供一或多个专门的特殊功能寄存器 160 以供选择使用哪个电压调节器。

[0037] 根据某些实施例,可使用电力管理单元 165 在两个调节器之间选择,其中电力管理单元 165 启用或停用相应调节器。尤其在选择降压式调节器时,此情形是有利的,这是因为借助于电力管理单元 165 关断 LDO 电压调节器 510 避免了任何不期望的额外电力消耗。此外,如图 5 中所示,在起动时,两个调节器 180 及 510 通过接针 140a 及 140b 与外部供应电压连接。默认地,可启用 LDO 电压调节器且最初提供内部核心电压,而最初可停用或并行起动降压式调节器。在应用要求使用降压式调节器的情况下,两个调节器之间的切换是自

动地进行或通过对特殊功能寄存器 160 编程来进行。根据实施例,一旦降压式调节器 180 产生了稳定的内部供应电压,电力管理单元 165 便可处理转变,且关闭内部 LDO 电压调节器。如果降压式调节器 180 的起动时间明显长于 LDO 电压调节器的起动时间,那么此布置可为有益的。在两个调节器被关断或仅降压式调节器被关闭的休眠模式期间,也可使用此起动顺序。此情形可提供从休眠模式的快速恢复,同时在转变周期内仅使用 LDO 电压调节器 510,直到降压式调节器 180 完全运转为止。微控制器 CPU 可较快地操作,且可能不必等待降压调节器稳定操作。

[0038] 低电力模式(例如,休眠或深度休眠模式)可能需要低于最小降压式调节器输出电压的电压。因此,降压式调节器可能不在此模式中操作。因此,只要进入此模式,系统便可针对特定低输出电压自动地配置线性电压调节器,且将降压式调节器关闭。系统可安全地进入特定低电力模式。

[0039] 用户还可决定:在某些应用中,由降压式调节器 180 产生的噪声是不可接受的。举例来说,使用集成于微控制器内的或在微控制器外部的模/数转换器可能尤其需要供应线上的低噪声,切换模式电压调节器的操作可能不保证此情形。图 6 展示模/数转换器(analog-to digital converter, ADC) 620,其可使用内部及/或外部参考及供应电压,且可在线 ADCin+ 及 ADCin- 上接收输入信号。只要程序使用 ADC,就可在每次对相应特殊功能寄存器 160 编程时撤销启动降压式调节器 180,且可将线性电压调节器开启。因此,在 ADC 转换期间,可提供“干净”或“更干净”供应及参考电压。一旦完成转换,就可再次开启降压式调节器 180。

[0040] 可使用一或多个控制特殊功能寄存器 160 及/或配置寄存器 161 来控制线性电压调节器 510 及降压式调节器 180 的操作。举例来说,此类寄存器可确定线性电压调节器 510 及/或降压式调节器 180 的输出电压。而且,可由此类寄存器来执行某些修整功能。在一些实施例中,特殊功能寄存器 160 可在使用线性与降压式调节器之间选择。然而,其它实施例可取决于降压式调节器 180 的启动及/或稳定操作而自动确定选择,如下文中参看图 7 更详细解释。一般来说,特殊功能寄存器 160 是易失性的,而配置寄存器 161 是非易失性的。然而,根据其它实施例,某些特殊功能寄存器 160 及/或配置寄存器 161 可为非易失性的或可使用熔丝,以(例如)设置修整或选择永久使用两个调节器中的哪一者。因此,在某些应用中,为了实现最小电力消耗,可始终关闭内部 LDO 电压调节器。在另一配置中,始终使用线性电压调节器 510,直到降压式调节器 180 为可操作的为止,且接着关闭线性调节器 510。在又一实施例中,用户可在两个调节器之间动态切换。因此,可使用寄存器 160、161 来设置此功能性。

[0041] 代替在两个调节器之间切换,通过将一个调节器开启且将另一个调节器关闭,可自动撤销启动线性电压调节器,如将在下文中更详细解释。图 6 展示又一实施例,其中 LDO 电压调节器 510 仍为默认调节器。在此,降压式调节器 180 经设计为产生略微较高输出电压,然而其仍在规格范围内。举例来说,根据实施例,降压式调节器可输出比线性电压调节器的输出电压高 100 毫伏的电压。在此使用特殊功能寄存器 160 来启动降压式调节器 180,但不开启/关闭线性调节器 510。然而,可使用其它特殊功能寄存器 160 来控制线性及/或降压式调节器的某些功能。一旦经启动或完全可操作,降压式调节器 180 就将产生略微高于 LDO 电压调节器 510 的输出电压。提供比较器 610,其比较此输出电压与参考值。如果比

较器 610 检测到存在略微较高的电压作为内部核心电压,那么其认识到已启动降压式调节器,且其完全可操作。因此,比较器 610 将自动产生信号以关断 LDO 电压调节器 510,如图 6 中用比较器 610 与 LDO 电压调节器 510 之间的控制线所指示。

[0042] 根据另一实施例,比较器 610 为线性电压调节器 510 内的设置点调节器。因为此设置点略微低于降压式调节器 180 的输出电压,所以此情形将致使线性调节器不供应有效地自动关闭线性电压调节器 510 的任何电流。如果切换模式电压调节器完全可操作,那么此组合也仅自动关闭线性调节器。如果借助于特殊功能寄存器而关闭降压式调节器(例如,通过设置相应控制位),那么降压式调节器 180 的输出电压将下降到低于此阈值,且再次自动开启线性电压调节器以调节电压。此特定实施例确保在于两个调节器之间切换时没有短脉冲干扰。因此,微处理器将“不会注意到差异”,换句话说,将不会由于在两个调节器之间转变而出现电力流中断、掉电或电压下降。

[0043] 由于其它原因,具有如图 5 及 6 的实施例中所示的标准 LDO 电压调节器 510 及降压式调节器 180 两者的集成装置也是有益的。制造商仅需要生产一种类型的微控制器,其视情况可与 LDO 电压调节器 510 或降压式调节器 180 一起操作。当额外外部接针连同如许多微控制器装置中常见的其它功能一起多路复用,没有外部接针被浪费。此外,由于在大部分实施例中 LDO 电压调节器 510 也将需要外部电容器,因此反馈接针 140d 可用于 LDO 电压调节器及降压式调节器两者。因此,仅接针 140c 可能视情况(明确地说,对于低接针计数的微控制器)需要连同其它功能一起多路复用。

[0044] 图 7 展示与根据图 6 中所示的实施例相关的微控制器内的电路的更详细框图。在此实施例中,将降压式调节器的供应电压参考为 SwVdd 及 SwVss。单独外部供应器参考为 AVdd 及 AVss。此电压可为模拟或数字供应电压,其供应集成电路装置的某些模块,例如在此实施例中能够递送 10 毫安的线性电压调节器 LDO、能带隙及欠电压锁定模块。归因于降压式调节器在这些供应线上产生的噪声,对于降压式调节器分开供应电压的此选项可为有益的。然而,如果不考虑此情形或实施上文所解释的方法中的任一者,那么可将这些线连接到一对单个供应线。用于确定降压式调节器的输出电压的比较器用数字 710 参考,且产生输出控制信号 vreg_rdy。此外,此比较器 710 可有利地为线性电压调节器 LDO 的设置点比较器。此外,图 7 尤其展示以下内部控制线:Ido_trim[3:0]、bgt_trim[3:0]、freq_trim[1:0]、iramp_trim[1:0] 及 buck_trim[3:0]。这些线是指如上文提及的(例如)线性电压调节器 LDO、能带隙电路、用于产生脉冲及斜坡信号的振荡器 OSC 及降压式调节器的修整功能。在所展示的实施例中,一些修整功能使用 4 位,且其它修整功能仅使用 2 位。这些修整功能的位分辨率显然取决于实施方案及特定要求。

[0045] 图 8 展示与对应于图 7 中所示的电路的电路 820 耦合的数字逻辑 810。虽然展示为单独框,但是这些电路皆与微控制器一起实施于单个芯片上(图 8 中未展示)。外部接针展示于右侧上。此外,此实施例具有分开供应线 AVdd、AVss 以及 SwVdd 及 SwVss 的选项。核心电压 Vdd_core 连接到反馈输入 VCAP,VCAP 再次也连接到低压差电压调节器输出,如图 6 中所示。

[0046] 因此,本发明良好地适于执行目标且达到所提及的目的及优点,以及其中固有的其它目的及优点。虽然已描绘、描述本发明,且通过参考本发明的特定优选实施例定义本发明,但是此类参考并不暗示对本发明的限制,且不应推断任何此限制。本发明能够进行如

一般所属相关技术领域的技术人员将想到的在形式及功能上的相当大的修改、变更及等效物。所描绘及描述的本发明的优选实施例仅为示范性的,且不是详尽的本发明的范围。因而,本发明希望仅通过随附权利要求书的精神及范围来限制,从而给出对所有方面中的等效物的完全认识。

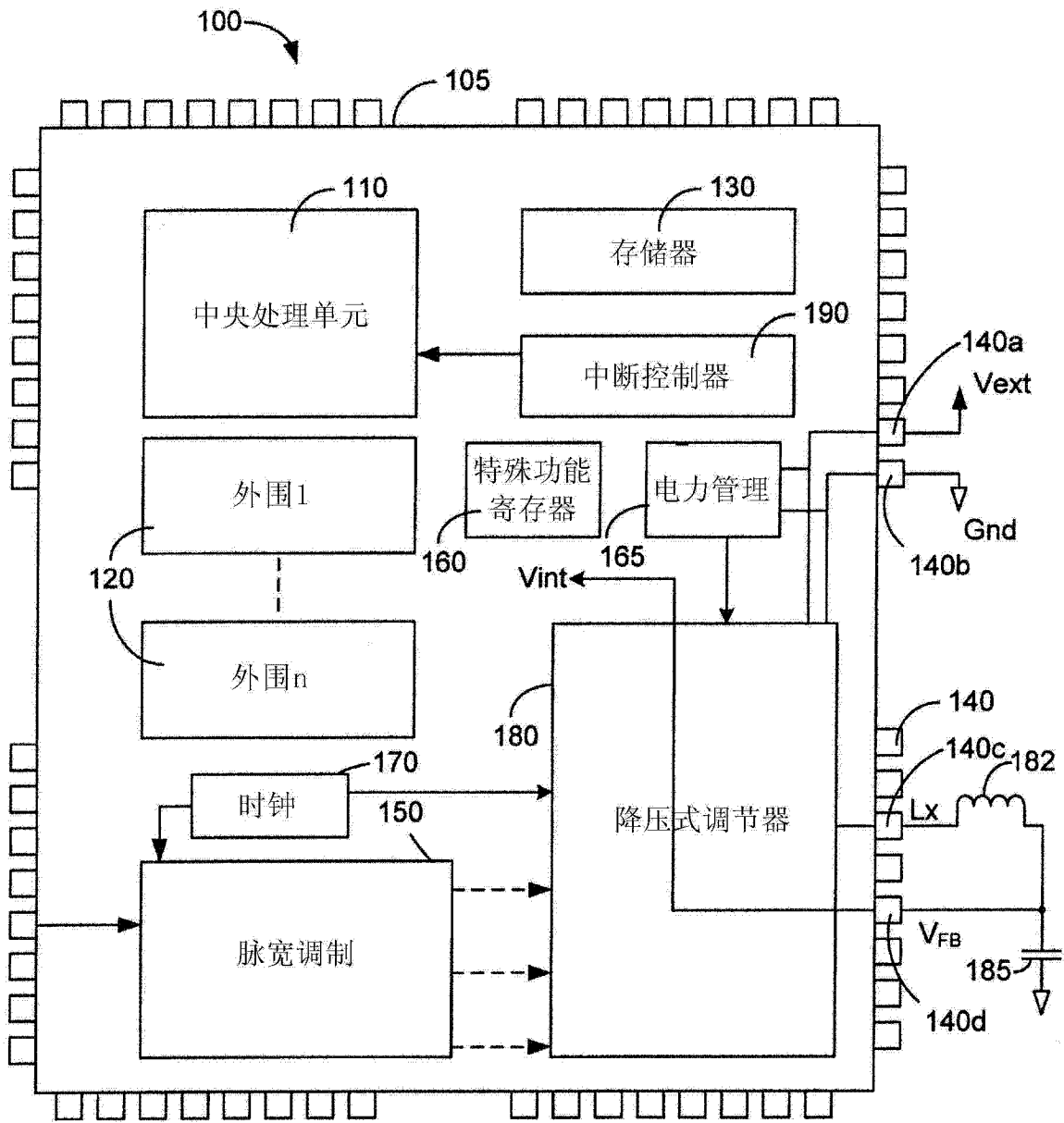


图 1

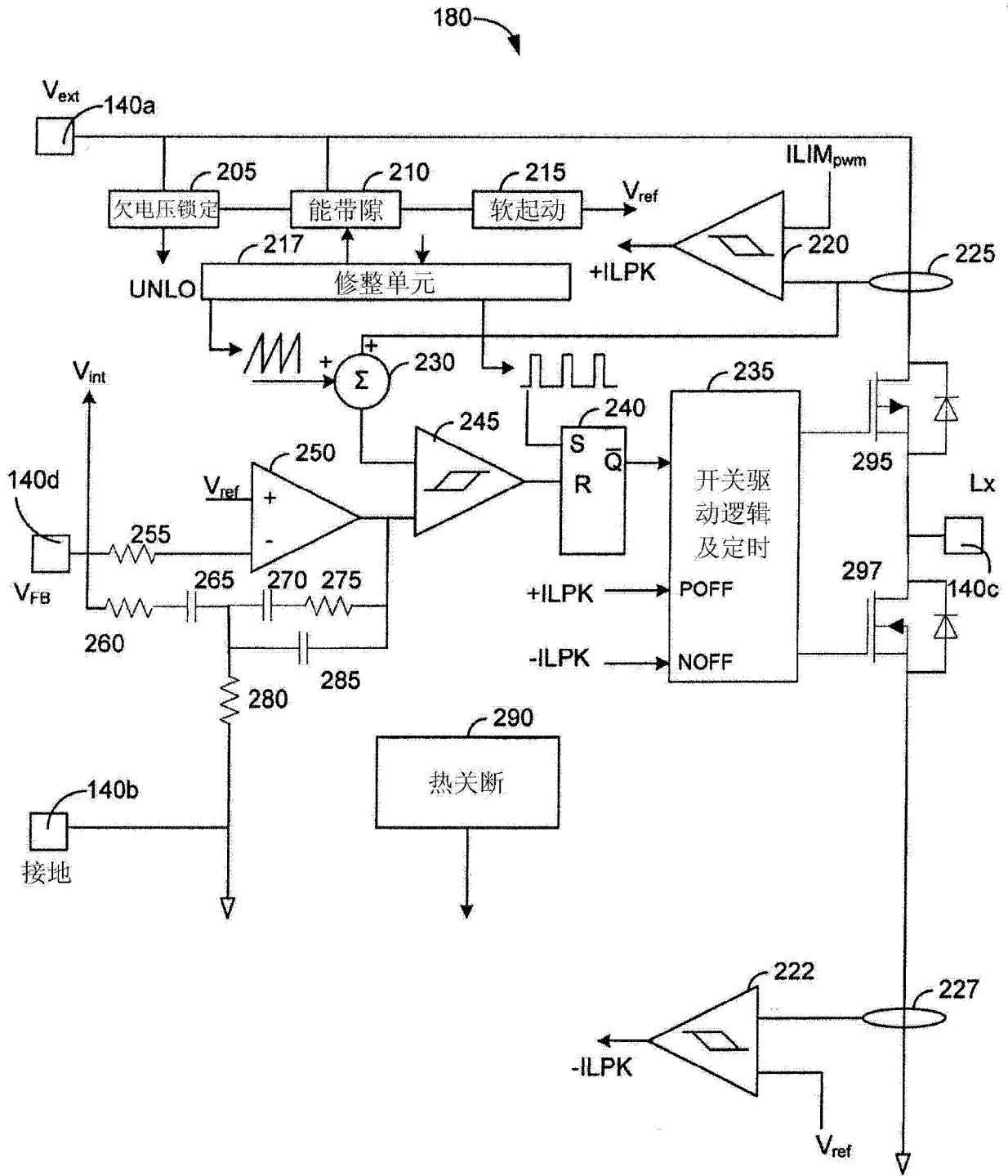


图 2

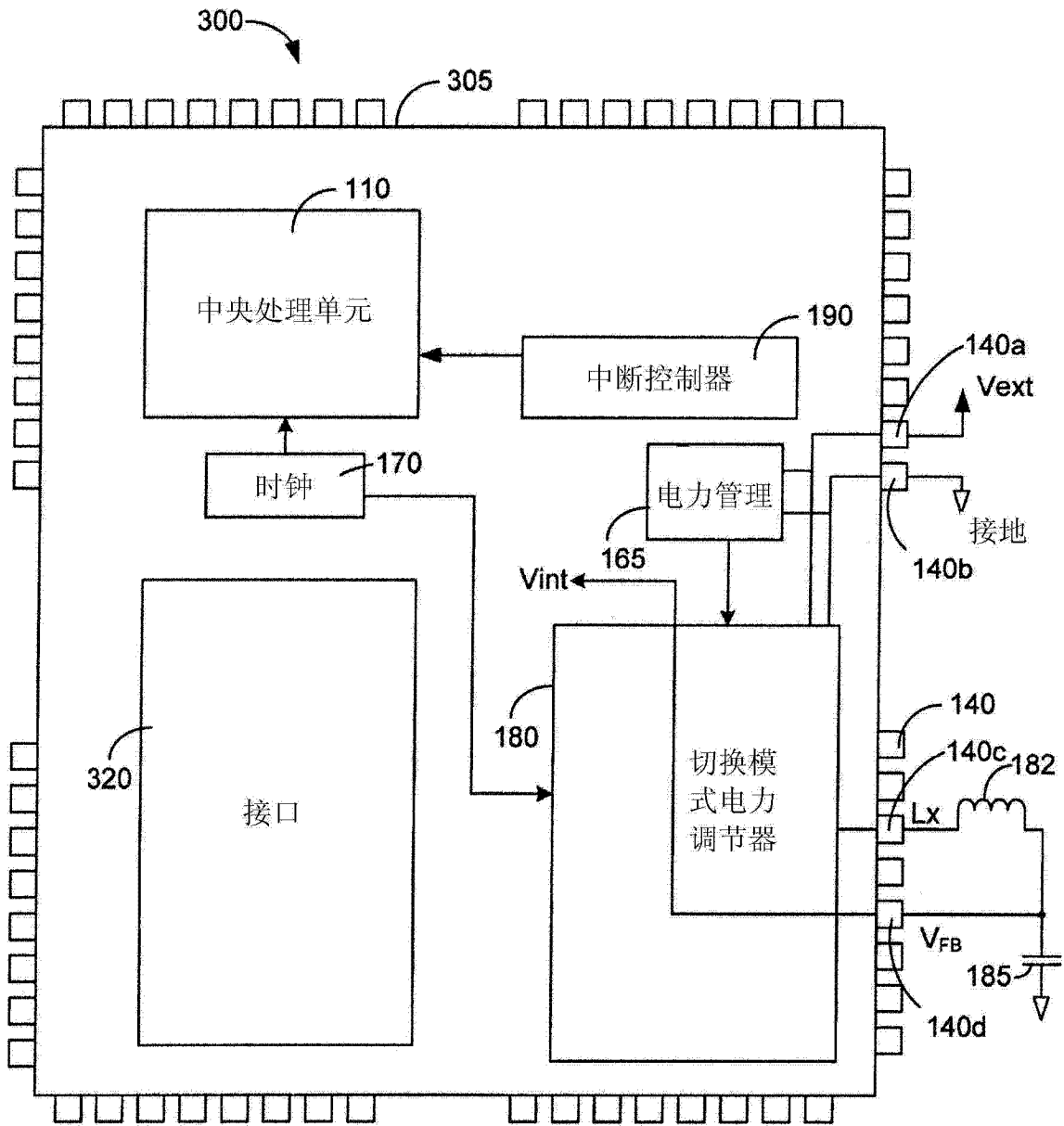


图 3

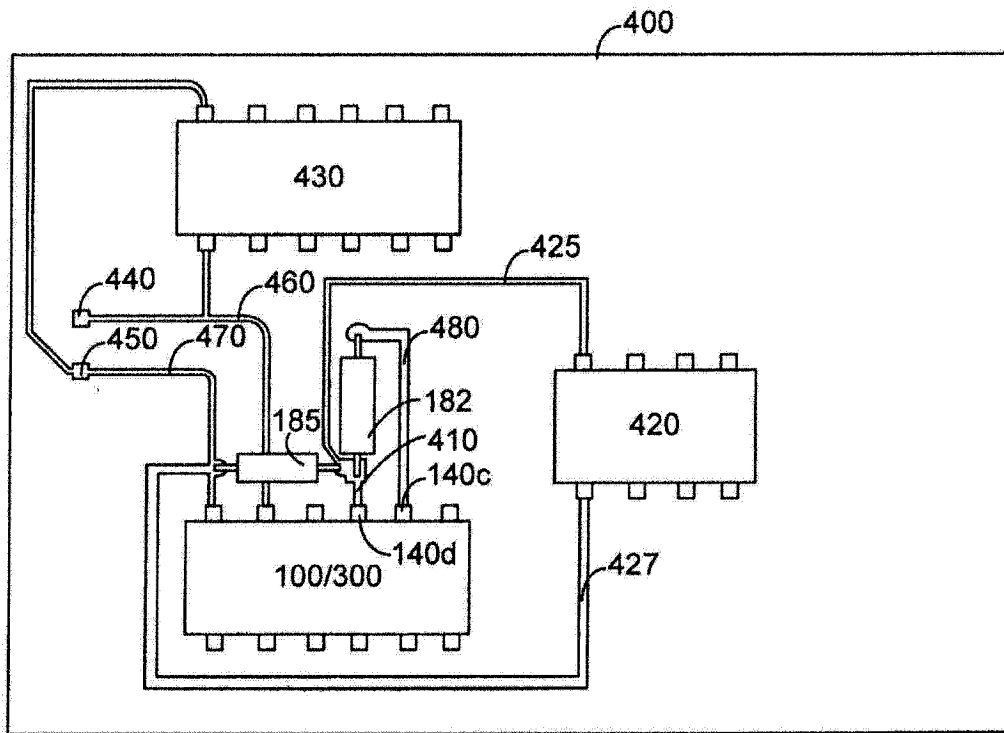


图 4

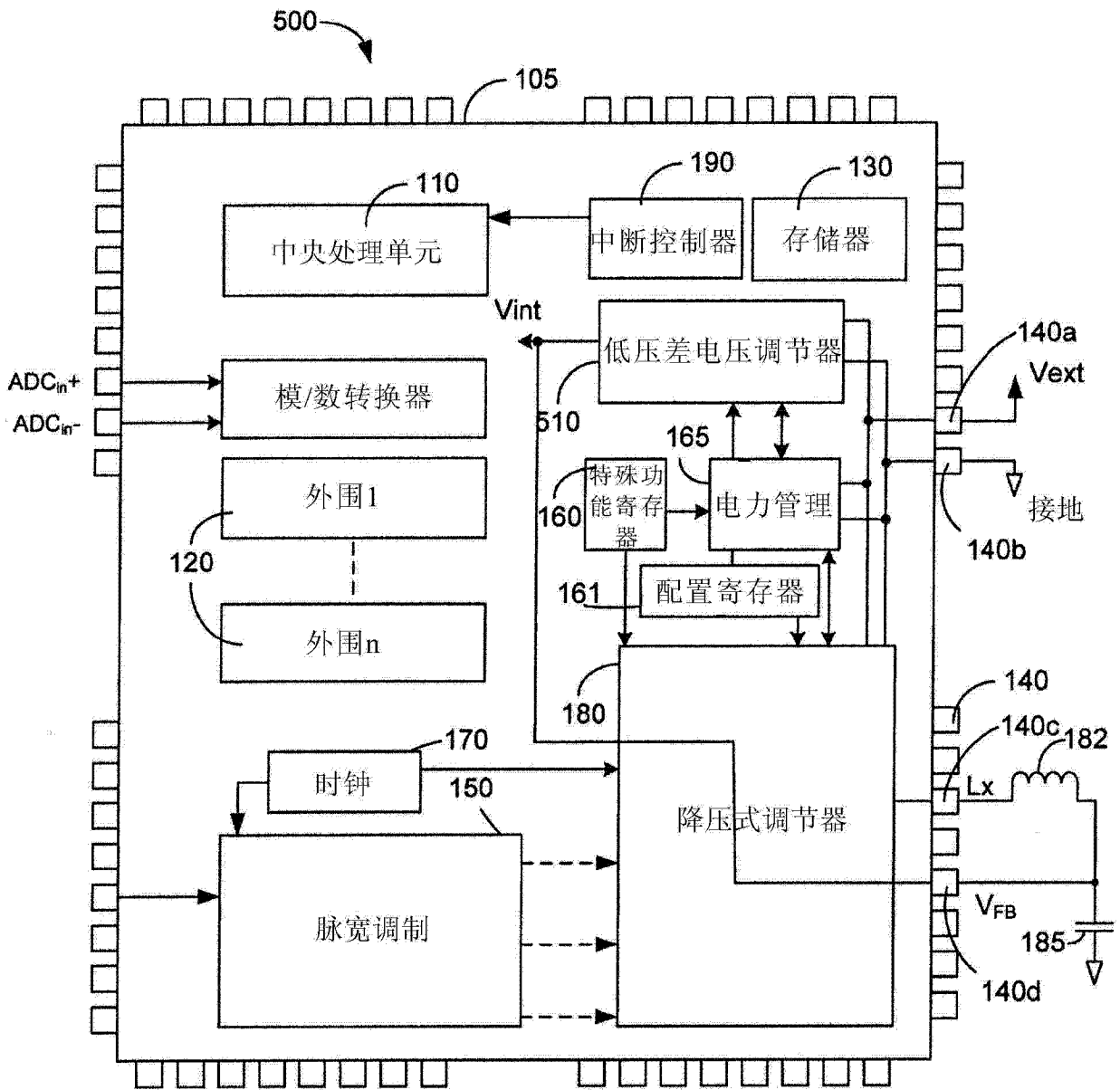


图 5

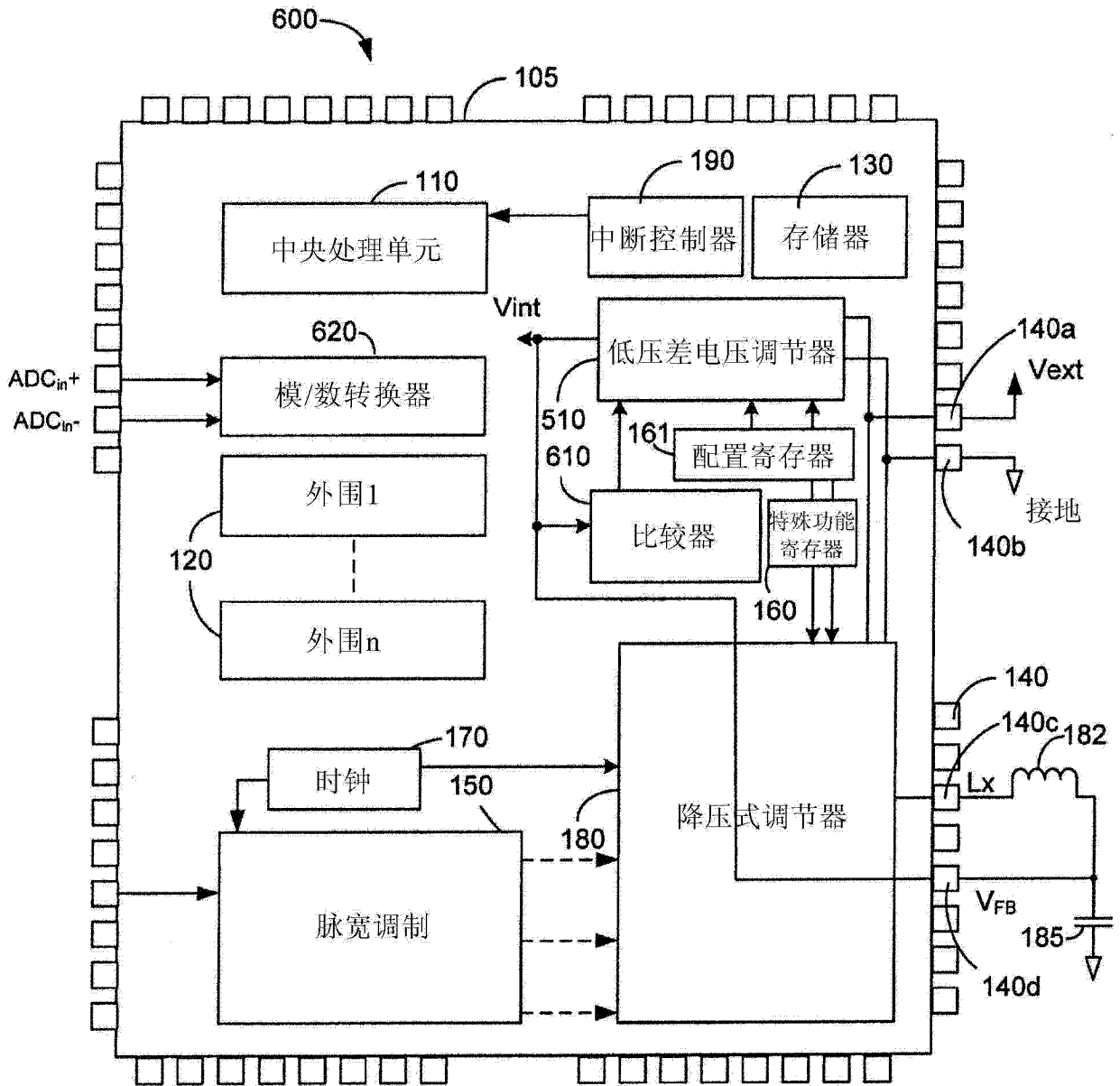


图 6

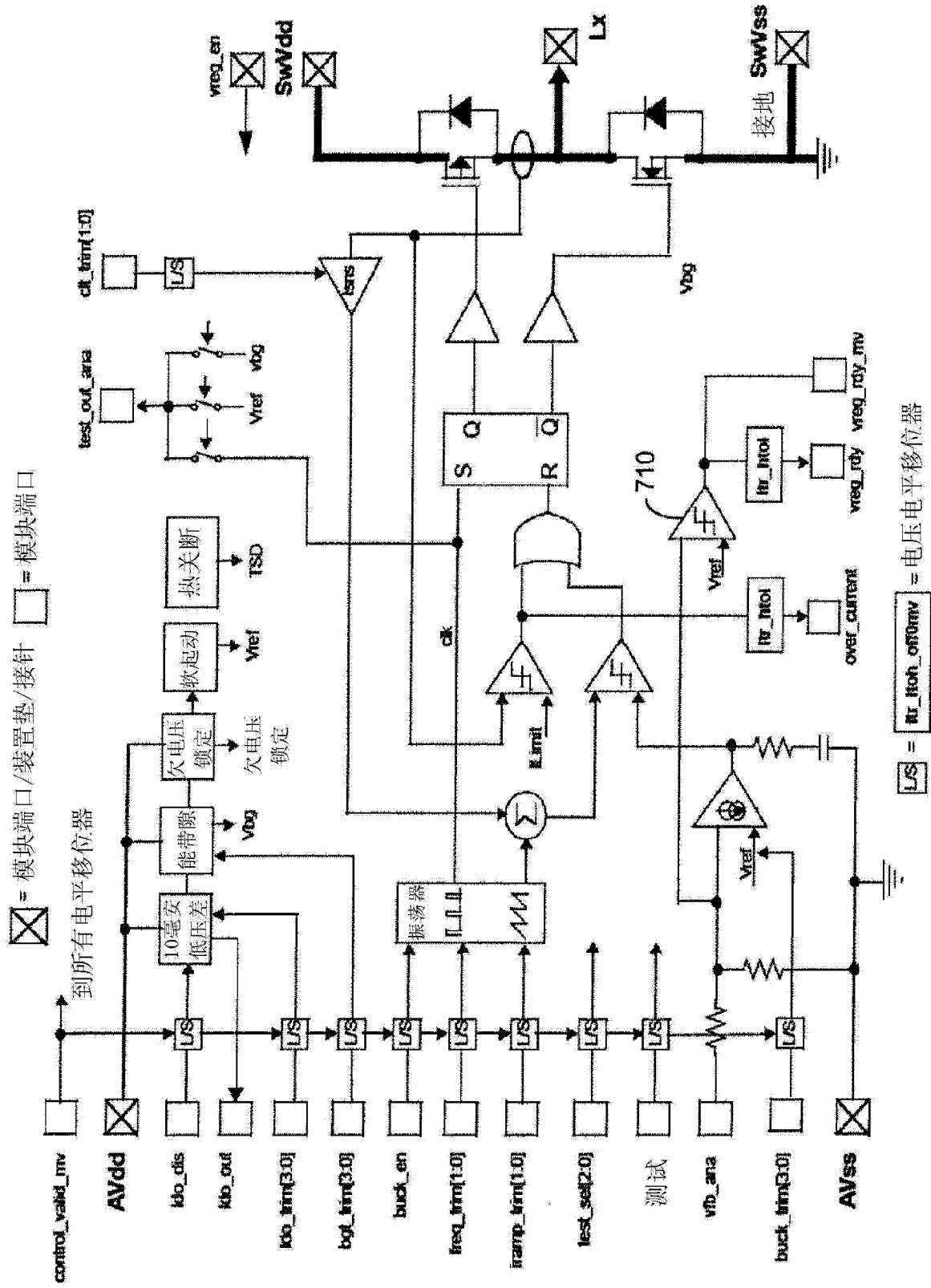


图 7

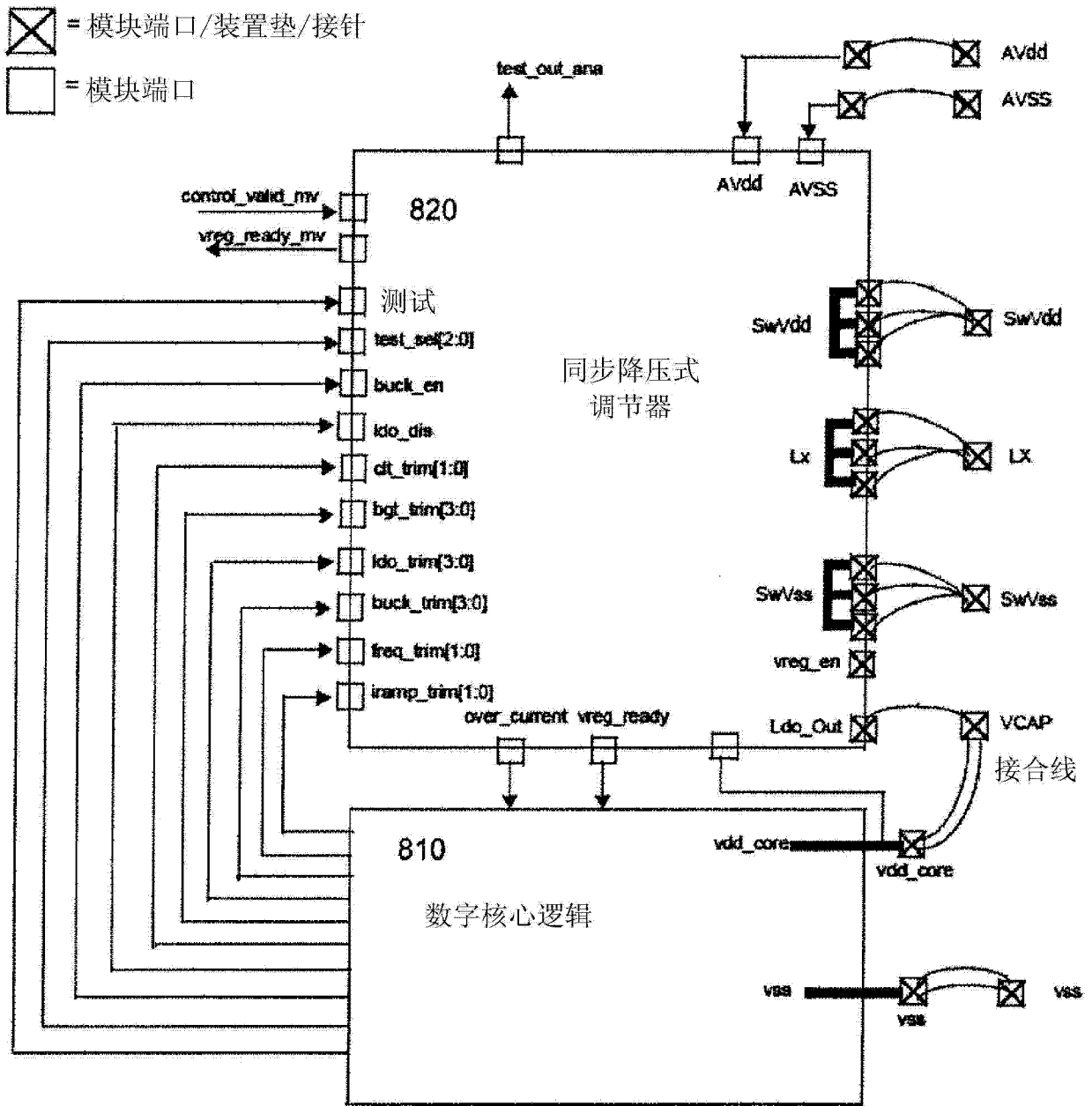


图 8