



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106549471 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 05

(21) 申请号 201610821967.5

(22) 申请日 2016.09.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106549471 A

(43) 申请公布日 2017.03.29

(30) 优先权数据
1516526.9 2015.09.17 GB
1516590.5 2015.09.18 GB

(73) 专利权人 戴洛格半导体(英国)有限公司
地址 英国伦敦

(72) 发明人 艾伦·萨默维尔 黄培城

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理
有限公司 11262
代理人 张瑞 郑霞

(51) Int.Cl.

H02J 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 101202464 A, 2008.06.18
- CN 101202464 A, 2008.06.18
- US 2004135562 A1, 2004.07.15
- US 2004135562 A1, 2004.07.15
- CN 1934774 A, 2007.03.21
- CN 102474181 A, 2012.05.23
- US 2012104988 A1, 2012.05.03

审查员 王磊

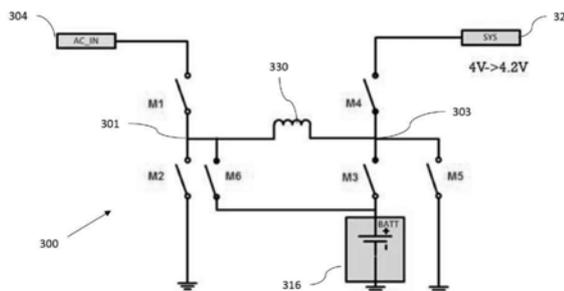
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

功率管理电路

(57) 摘要

一种功率管理电路,被设置有一组开关和单个的共用电感器,并且被选择性地配置为在第一模式中用作降压调节器,以及在第二模式中用作升降压调节器。



1. 一种功率管理电路,包括电感器和一组开关元件,所述一组开关元件被布置成在提供开关充电功能的第一配置和提供DC-DC调节功能的第二配置之间切换;其中,所述开关充电功能用于为电池充电;

其中,所述电感器耦接在电感器输入节点和电感器输出节点之间;并且所述一组开关元件包括:

第一开关,其选择性地所述电感器输入节点与输入端耦接;

第二开关,其选择性地所述电感器输入节点与接地耦接;

第三开关,其选择性地所述电感器输出节点与电池耦接;

第四开关,其选择性地所述电感器输出节点与接地耦接;

第五开关,其选择性地所述电感器输入节点与所述电池耦接;以及

第六开关,其选择性地所述电感器输出节点与负载耦接;

其中,所述第五开关具有与所述电感器输入节点耦接的第一端子以及与所述第三开关和所述电池连接的第二端子。

2. 根据权利要求1所述的功率管理电路,其中,所述DC-DC调节功能用于提供系统电压。

3. 根据权利要求2所述的功率管理电路,其中,被提供电压的系统包括移动设备。

4. 根据权利要求3所述的功率管理电路,其中,所述移动设备包括智能电话或平板电脑。

5. 根据任意前述权利要求所述的功率管理电路,其中,所述开关充电功能是降压调节。

6. 根据权利要求1至4中任意一项所述的功率管理电路,其中,所述DC-DC调节功能是升降压调节。

7. 根据权利要求1至4中任意一项所述的功率管理电路,被布置成提供USBOTG功率模式,或者用于提供来自另一个非干线源的功率的模式。

8. 根据权利要求1所述的功率管理电路,其中,所述第四开关和所述第五开关在所述第一配置中保持在关断状态;并且所述第一开关、第二开关、和第三开关能够操作来提供开关充电功能。

9. 根据权利要求1所述的功率管理电路,其中,所述第一开关和第三开关在所述第二配置中保持在关断状态,并且所述第二开关、第四开关、和第五开关能够操作来提供DC-DC调节功能。

10. 根据权利要求1所述的功率管理电路,其中,所述一组开关元件不包括所述第五开关,并且其中,所述一组开关元件还包括:

第七开关,其选择性地所述输入端与所述负载耦接。

11. 根据权利要求10所述的功率管理电路,其中,在所述第一配置中,所述第七开关保持在关断状态,所述第一开关和第二开关被脉宽调制,并且所述第三开关、第四开关和第六开关被选择性地操作以提供所述开关充电功能。

12. 根据权利要求10所述的功率管理电路,其中,在所述第二配置中,所述第六开关保持在关断状态,所述第二开关、第三开关和第四开关被脉宽调制,并且所述第一开关和第七开关被选择性地操作以提供所述DC-DC调节功能。

13. 一种移动设备,包括根据权利要求1至12中任意一项所述的功率管理电路。

14. 一种用于控制被提供给系统的功率的方法,包括提供电感器、提供一组开关以及操

作所述一组开关以在提供开关充电功能的第一配置与提供DC-DC调节功能的第二配置之间切换;其中,所述开关充电功能用于为电池充电;

其中,所述电感器耦接在电感器输入节点和电感器输出节点之间;并且所述一组开关元件包括:

第一开关,其选择性地将所述电感器输入节点与输入端耦接;

第二开关,其选择性地将所述电感器输入节点与接地耦接;

第三开关,其选择性地将所述电感器输出节点与所述电池耦接;

第四开关,其选择性地将所述电感器输出节点与接地耦接;

第五开关,其选择性地将所述电感器输入节点与所述电池耦接;以及

第六开关,其选择性地将所述电感器输出节点与负载耦接;

其中,所述第五开关具有与所述电感器输入节点耦接的第一端子以及与所述第三开关和所述电池连接的第二端子。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述DC-DC调节功能用于提供系统电压。

16. 根据权利要求14或15所述的方法,其中,被提供电压的系统包括移动设备。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述移动设备包括智能电话或平板电脑。

18. 根据权利要求14、15和17中任意一项所述的方法,其中,所述开关充电功能是降压调节。

19. 根据权利要求14、15和17中任意一项所述的方法,其中,所述DC-DC调节功能是升降压调节。

20. 根据权利要求14、15和17中任意一项所述的方法,其中,功率管理电路提供USBOTG功率模式,或者用于提供来自另一个非干线源的功率的模式。

21. 一种功率管理电路,包括集成降压充电器和升降压转换器,其中,所述集成降压充电器和升降压转换器包括电感器和一组开关元件,所述一组开关元件被布置成在提供开关充电功能的第一配置和提供DC-DC调节功能的第二配置之间切换,所述开关充电功能适于为电池充电;

其中,所述电感器耦接在电感器输入节点和电感器输出节点之间;并且所述一组开关元件包括:

第一开关,其选择性地将所述电感器输入节点与输入端耦接;

第二开关,其选择性地将所述电感器输入节点与接地耦接;

第三开关,其选择性地将所述电感器输出节点与所述电池耦接;

第四开关,其选择性地将所述电感器输出节点与接地耦接;

第五开关,其选择性地将所述电感器输入节点与所述电池耦接;以及

第六开关,其选择性地将所述电感器输出节点与负载耦接;

其中,所述第五开关具有与所述电感器输入节点耦接的第一端子以及与所述第三开关和所述电池连接的第二端子。

功率管理电路

[0001] 本公开涉及功率管理电路,并且具体而非专门涉及向设备提供开关充电功能和DC-DC转换功能的功率管理电路连同相应的控制方法。

[0002] 对于电池供电的设备提供两级功率管理拓扑是已知的。其示例在显示在图1中,其中功率管理电路包括开关充电器集成电路100和DC-DC功率管理集成电路102。开关充电器100包括降压转换器并且为了电池104的有效充电被优化。DC-DC功率管理集成电路102包括升降压转换器并且为了向设备提供调节系统电压被优化。

[0003] 专用集成电路100、102中的每一个均利用其自身的电感器。相比于线性转换器,开关转换器具有优良的功率效率。例如,典型的降压转换器100和升降压转换器102中的每个均可以以大约95%的效率操作,在这种情况下,总的系统效率可以是大约90%。

[0004] 然而,相比于单级拓扑,具有两个单独的功率转换级导致更多的电磁干扰和噪声。

[0005] 在这样的两级拓扑中,设备的充电和调节操作均可被优化。开关充电器集成电路100可以专用于执行充电功能,而DC-DC功率管理集成电路102可以专用于调节在电池放电的同时由电池提供的系统电压。然而,通常关注的是将在这样的设备中的材料的清单和部件的面积减到最少。对于诸如智能电话、平板电脑等的移动设备的情况尤其是这样。

[0006] 因此,期望的是提供充电系统技术的改进。

[0007] 根据本公开的第一方面,提供了包括电感器和一组开关元件的功率管理电路,所述一组开关元件被布置成在提供开关充电功能的第一配置和提供DC-DC调节功能的第二配置之间切换。

[0008] 开关充电功能优选地用于为电池充电。DC-DC调节功能优选地用于提供系统电压。被提供了电压的系统可以包括移动设备,诸如智能电话或平板电脑。

[0009] 开关充电功能优选地是降压调节;并且DC-DC调节功能可以是升降压调节。

[0010] 电路还可以被布置成提供USB OTG功率模式;或者提供用于提供来自另一个非干线源的功率的模式。

[0011] 可选地,所述电感器耦接在电感器输入节点和电感器输出节点之间;并且所述一组开关元件包括:第一开关(M1),其选择性地将输入节点与输入端耦接;第二开关(M2),其选择性地将输入节点与接地耦接;第三开关(M3),其选择性地将输出节点与电池耦接;第四开关(M5),其选择性地将输出节点与接地耦接;以及第五开关(M6),其选择性地将输入节点与电池耦接。

[0012] 所述第四开关和所述第五开关可以在所述第一配置中保持在关断状态;并且所述第一开关、第二开关、和第三开关可操作以提供开关充电功能。

[0013] 所述第一开关和第三开关在所述第二配置中保持关断状态,并且所述第二开关、第四开关和第五开关可操作以提供DC-DC调节功能。

[0014] 功率管理电路还可以包括第六开关(M4),其选择性地将输出节点与负载耦接,用于提供功率通路功能。

[0015] 可选地,所述电感器耦接在电感器输入节点和电感器输出节点之间;并且所述一组开关元件包括:第一开关(M1'),其选择性地将输入节点与输入端耦接;第二开关(M2'),

其选择性地将输入节点与接地耦接；第三开关(M3')，其选择性地将输出节点与电池耦接；第四开关(M4')，其选择性地将输出节点与负载耦接；第五开关(M5')，其选择性地将输入端与负载耦接；以及第六开关(M6')，其选择性地将输出节点与接地耦接。

[0016] 可选地，在所述第一配置中，所述第五开关(M5')保持在关断状态，所述第一开关和第二开关(M1', M2')被脉宽调制，并且所述第三开关、第四开关和第六开关(M3'、M4'、M6')被选择性地操作以提供开关充电功能。

[0017] 可选地，在所述第二配置中，所述第四开关(M4')保持在关断状态，所述第二开关、第三开关和第六开关(M2'、M3'、M6')被脉宽调制，并且所述第一开关和第五开关(M1'、M5')被选择性地操作以提供DC-DC调节功能。

[0018] 根据本公开的第二方面，提供了包括根据第一方面的功率管理电路的移动设备。

[0019] 根据本公开的第三方面，提供了用于控制被提供给系统的功率的方法，包括提供电感器、提供一组开关以及操作开关以在提供开关充电功能的第一配置与提供DC-DC调节功能的第二配置之间切换。

[0020] 开关充电功能优选地用于为电池充电。DC-DC调节功能优选地用于提供系统电压。其电压被提供的系统可以包括移动设备，诸如智能电话或平板电脑。

[0021] 开关充电功能优选地是降压调节；并且DC-DC调节功能可以是升降压调节。

[0022] 电路还可以被布置成提供USB OTG功率模式；或者提供用于提供来自另一个非干线源的功率的模式。

[0023] 根据本公开的第四方面，提供了包括集成降压充电器和升降压转换器的功率管理电路。

[0024] 现将仅通过示例的方式，参考附图来描述本公开，在附图中：

[0025] 图1显示了现有的两级功率管理电路拓扑的示例；

[0026] 图2显示了与在图1中显示的电路相似的电路的示意图示；

[0027] 图3显示了根据本公开的第一实施例的功率管理电路，其提供了功率通路；

[0028] 图4示出了图3的电路的第一操作模式；

[0029] 图5是示出在图4中显示的操作模式的另外方面的时序图；

[0030] 图6示出了图3的电路的第二操作模式；

[0031] 图7示出了图3的电路的第三操作模式；

[0032] 图8显示了根据本公开的第一实施例的功率管理电路，其中没有提供功率通路；

[0033] 图9示出了根据本公开的可选实施例的功率管理电路；以及

[0034] 图10示出了示例系统布局。

[0035] 图2显示了与在图1中显示的电路类型相似的电路的示意表示。如所显示的，功率转换电路包括降压充电器200和升降压转换器202。降压充电器200从电源接收功率，电源可以是AC干线输入204或是可选的输入206，该输入206例如可以是USB OTG(通用串行总线on the go)输入。降压充电器200包括电感器208、和一组开关210、212、214，该一组开关210、212、214可操作以对电池216充电。开关210、212、214可以由诸如MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)的任何适当的开关元件形成。开关210、212、214操作以使电感器208选择性地耦接电源204或206以及电池216，并且它们的操作被控制以便将输入电压降低到用于为电池216充电的较低的输出电压。在降压转换器200自身中的操作对于本领域技术人员来说

是已知的,因此本文中不会具体描述。

[0036] 升降压电路202包括电感器218和一组开关220、222、224、226,其可操作以提供升降压DC-DC转换从而向系统228 (SYS) 提供功率。升降压电路202根据电池的状态将来自电池216的电压降低或者使其升高。这是通过以对于本领域技术人员来说已知的方式选择性地操作开关220、222、224、226来实现的,因此本文中不会具体描述。开关220、222、224、226可以由诸如MOSFET (金属氧化物半导体场效应晶体管) 的任何适当的开关元件形成。

[0037] 图2中的两级功率管理电路的不同模式具有下列输入和输出:

模式	输入	输出
开关充电器	AC_IN	电池
OTG升压转换器	电池	USB OTG端口
升降压转换器	电池	Sys
功率通路	AC_IN或电池	Sys

[0039] AC_In和USB OTG端口可以共享共用输入通路。

[0040] 将认识到的是,本公开不限于任何具体的电流或电压值,但出于说明的目的,图2显示了5V的输入电压;降压200将该电压降低到用于为电池充电的期望的3.5V;并且系统要求4V的操作电压。

[0041] 如图中所示,需要两个单独的电感器208、218来实现升降压和降压开关充电器二者结合,并且需要七个内部开关210、212、214、220、222、224、226以便实现功率拓扑。仍然如之前提到的,双电感器造成了模块中的干扰噪声。

[0042] 本发明人已经设计出在不加入任何额外部件的情况下,采用单个电感器和较少开关提供降压充电和(升降压)DC-DC转换的拓扑,其相比于在图1和图2中示出的两级拓扑节省了成本。

[0043] 本公开的第一实施例在图3的示意图中示出,其显示了功率转换电路300。在此,功率转换电路300具有与图1和图2的两个拓扑相同的能力,以用于将要优化的设备的充电和调节操作。其还可选地提供了功率通路功能,借此输入功率可对电池充电以及向系统负载供电。功率通路功能涉及在输入和电池之间生成额外的中间电压,其可经由开关元件M4选择性地应用以对电池充电或向系统供应功率。

[0044] 与在图1和图2中显示的现有拓扑对照,相对于图2的布置所要求的一组七个开关210、212、214、220、222、224、226,功率转换电路300设置有单个电感器330和一组六个开关(M1到M6)。

[0045] 电感器330耦接在电感器输入节点301和电感器输出节点303之间。如下面将要描述的,一组开关M1至M6的组合(其中M4如以上所提到的是可选的)是可操作的,以选择性地输入节点301和输出节点303接地,以选择性地输入节点301与输入或电池耦接,并且选择性地输出节点303与负载或电池耦接。这些开关还可以被布置成使得电感器330被绕过并且输入被直接应用于在电池和负载之中的任意一个或两者。

[0046] 电池316可以通过连接至输入电源304来充电,并且还可提供系统电压328(也称为负载)。这个实施例还通过输入电源304提供用于直接供应系统电压328的功率通路。当输入304被移除时,电池316可以耦接至系统电压328。

[0047] 提供了一组开关元件M1到M6,并且它们可被操作以在至少两种不同的配置之间切

换电路300,以及可被操作以提供开关转换器电压调节。在第一配置中,电路300提供了开关充电器操作,其中输入电源的电压被降低到电池充电电压。在第二配置中,电路提供了DC-DC电压调节操作(在此示出的情况中是升降压操作),其中调节被供应给系统的电压。在每个配置中,所选择的开关还操作以提供降压或升降压功能。

[0048] 与在图1和图2中示出的已知布置相比,两个集成电路与一组开关元件M1-M6和共用电感器330结合到一起。根据这个方案的系统从构造电路所需要的材料清单中节省了一个电感器和一个开关元件(诸如MOSFET)。可以将电感器330提供在电路300的内部或外部。

[0049] 在第一配置中,图3中的电路300可以作为开关充电器操作,例如作为专门用于充电操作的降压转换器。在这个模式中,开关M5和M6将保持在关断状态。开关M1和M2将被脉宽调制以提供所需要的操作特性。在一个实施例中,M1可以包括PMOS FET,并且M2可以包括NMOS FET,但是将认识到的是,可以使用其他类型的开关元件,并且通常部件的极性可以是相反的。开关M3和M4被控制用于电压调节的操作。

[0050] 为了有助于理解这个操作模式,图4示出了对于图3中的部件的选择。因为M5和M6永久地关断,所以它们从这个图中被排除。图4示出了降压开关充电器模式的操作。在此,降压向电池提供持续的电流,并且在中间节点处的电压 V_{com} 将在电池充电时跟随电池电压。当电池低于特定电压阈值(例如,3.6V)时,系统将不会运行。如果电池不存在,则系统仍可在提供了AC输入304的情况下运行。

[0051] 开关元件M1和M2被设计用于脉宽调制操作,并且根据外部系统电压 V_{SYS} 来配置。针对充电,在节点处的电压 V_{com} 为电池提供了持续的电流或持续的电压,其可以经由不同的平均电流和电压调节环路来提供。针对系统旁路,在节点处的电压 V_{com} 通过开关元件M4向系统电压 V_{SYS} 提供了功率输送。对于开关元件M3和M4还有可能采用过电流和/或过电压保护来实现。

[0052] 图5显示了根据图4的实施例的开关的时序图,其中迹线500显示高侧开关M1的脉宽调制操作,502显示低侧开关M2的脉宽调制操作,迹线504显示开关M3的操作,506显示开关M4的操作,迹线508和510分别显示开关M5和M6(针对图4中示出的操作模式,其永久地处于关断状态),迹线512显示模拟电源电压(AVDD)电源输入,迹线514显示被提供给系统的系统电压(V_{SYS})输出328,并且迹线516显示电池输出电压。

[0053] 降压转换器在时间518处启用并且在时间520处禁用。 V_{SYS} 在时间522处启用并且在时间524处禁用。 V_{BATT} 充电在时间526处启用并且在时间528处禁用。时间530显示了 V_{SYS} 何时由电池316供应。

[0054] 根据本公开的可选实施例,电路可以供应来自可选的源的功率。这样的可选电源的一个示例是USB OTG电源。在OTG模式中,开关M1到M6将以与开关充电器模式中的开关相似的方式来配置,也就是说,开关M5和M6将被关断,M1和M2将被脉冲调制,并且M3和M4将会针对调节操作而选择性地可切换。图6示出电路以辅助理解这个操作模式,并且包括从图3中选择的部件。在这个操作模式中,M5和M6保持在关断状态,所以从这个图中被排除。这个图类似于图4,除了AC干线电源由USB OTG输入604代替以外。

[0055] 在此,电池316提供了在OTG操作下的USB 5V功率。M3和M4可以提供从电池和M3旁通的系统电压,M1和M2可以被切换以提供OTG升压操作。针对系统旁路,电池电压 V_{BATT} 通过M3和M4向 V_{SYS} 提供了功率输送。再有,M3和M4可以采用过电流和/或过电压保护来实施。

[0056] 在另一个操作模式中,图3的电路可以作为DC-DC转换器操作,例如作为为了提供调节系统电压而优化的DC-DC转换器。在这个模式中,开关元件M1和M3保持在关断状态,并且其他开关M2、M4、M5和M6被脉宽调制。在优选实施例中,开关元件M2、M4、M5和M6之中的每一个均可以包括NMOS FET。然而,将认识到的是,如果期望的话,其他的开关元件可以被使用。

[0057] 为了有助于理解这一操作模式,图7示出了对于图3中的部件的选择。因为M1和M3永久地关断,所以它们从这个图中被排除。降压模式由开关M2、M6和M4提供,并且升压模式由开关M6、M4和M5提供。这个电路提供了具有高效率的升降压转换器操作。

[0058] 图8显示了根据本公开的第二实施例的功率管理电路,其中没有提供功率通路。这类似于在图3中示出的第一实施例,除了开关元件M4被省略,使得没有提供中间电压的形成及其选择性应用以对电池充电或对系统供电。

[0059] 根据这个新颖的布置,相对于如在图2的布置所要求的一组七个开关,功率电路设置有单个电感器330和一组五个开关M1、M2、M3、M5、M6。

[0060] 根据本公开的通用原理,可以设想到各种不同的布置。在图9中显示的另一个示例实施例提供了功率通路功能。在此,单个电感器330在降压开关充电器模式和升降压模式之间共享,其中开关M1'到M6'控制该操作。在开关充电器操作模式中,开关M5'保持在关断状态,开关M1'和M2'根据脉宽调制方案被操作,并且开关M3'、M4'和M6'被选择性地操作以提供降压调节功能。在优选实施例中,M1'可以是PMOS MOSFET,并且M2'可以是NMOS MOSFET,然而将认识到的是,可以使用其他开关元件,并且极性可以是相反的。

[0061] 在可选的USB OTG (或其他可选的电源) 模式中,开关M1'到M6'以与开关充电器模式相似的方式被操作,除了M4'保持在关断状态之外。AC输入804由USB OTG输入代替。

[0062] 在升降压模式中,开关M4'保持在关断状态,并且开关M2'、M3'和M6'根据脉宽调制操作模式来控制。在一个实施例中,开关M2'、M3'和M6'可以是NMOS FET,但是将认识到的是,可以使用其他的开关元件,并且通常部件的极性可以是相反的。开关M1'和M5'可以选择性地操作以提供升降压调节功能。

[0063] 也有可能提供可选的实施例,如在图9中的实施例的变型而没有功率通路,也就是说,其中开关元件M4'被省略。在此,M5'和M6'的功能相同,但电路只在升降压模式中运行。

[0064] 图10示出了根据本公开的示例系统实施方式。功率管理电路1000包括开关模块1002,其中开关SW1至SW6对应于如在图3至图8中所示的M1至M6或者如图9中示出的M1'到M6'。电池显示在1016处。开关模块1002与单个的外部电感器1030耦接。在开关模块1002中的开关SW1至SW6的操作由控制器1004控制。控制器1004操作开关SW1到SW6,以如上描述的在不同配置之间切换电路。控制器1004被编程以实现使本公开中的新颖拓扑的方法能够被使用。

[0065] 相比于现有两级拓扑,根据本公开的部件的减少提供了显著的优点。其允许集成电路的引脚分配被压缩,并且允许整个集成电路(IC)封装收缩。

[0066] 在不脱离本公开的范围的情况下,可以对上述内容进行各种修改。

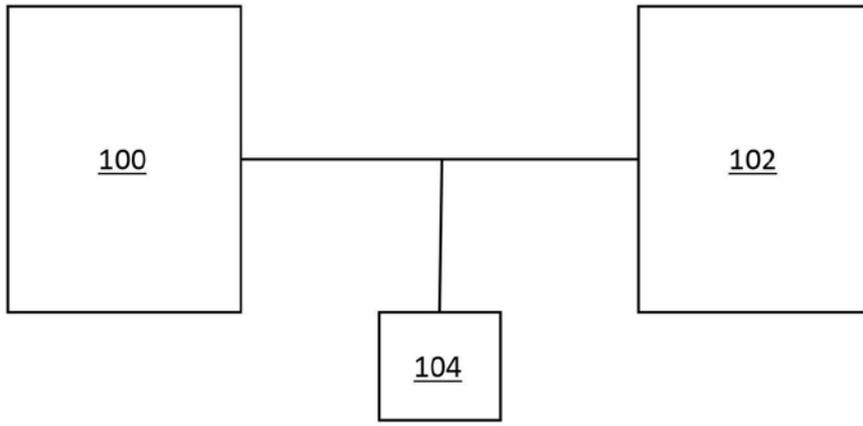


图1

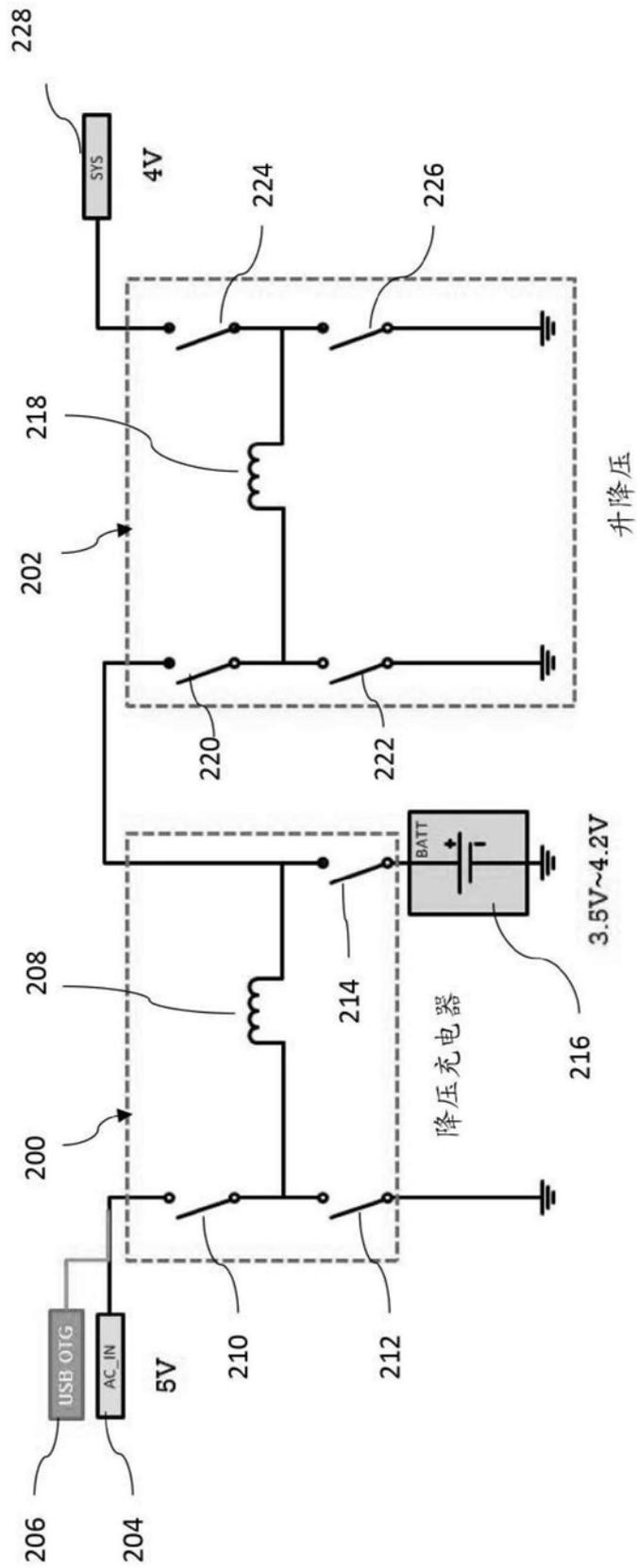


图2

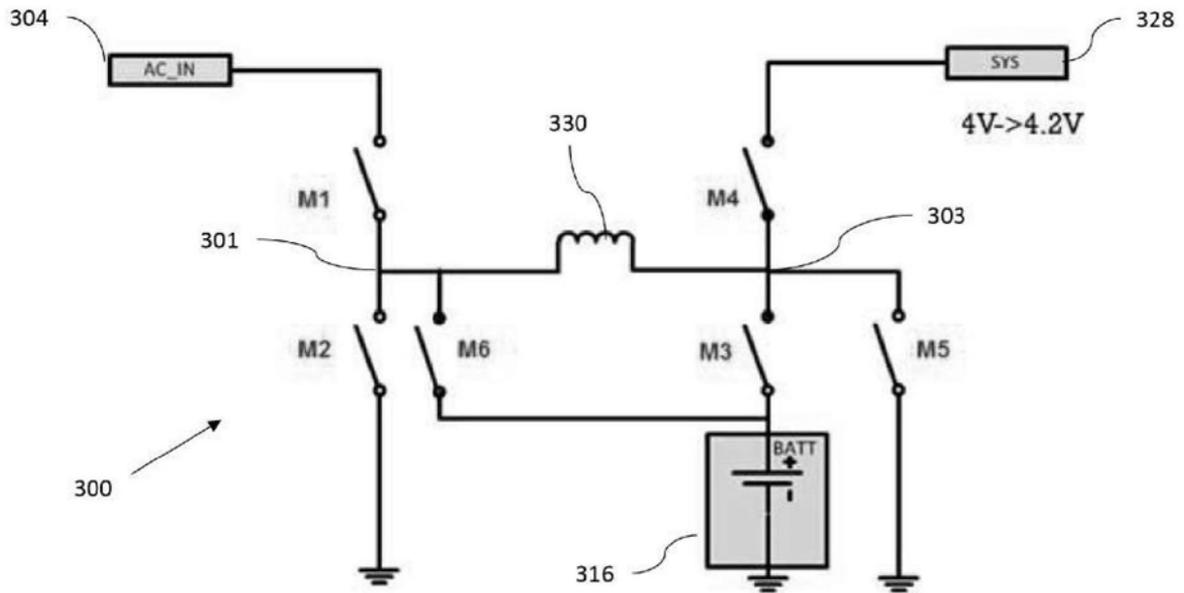


图3

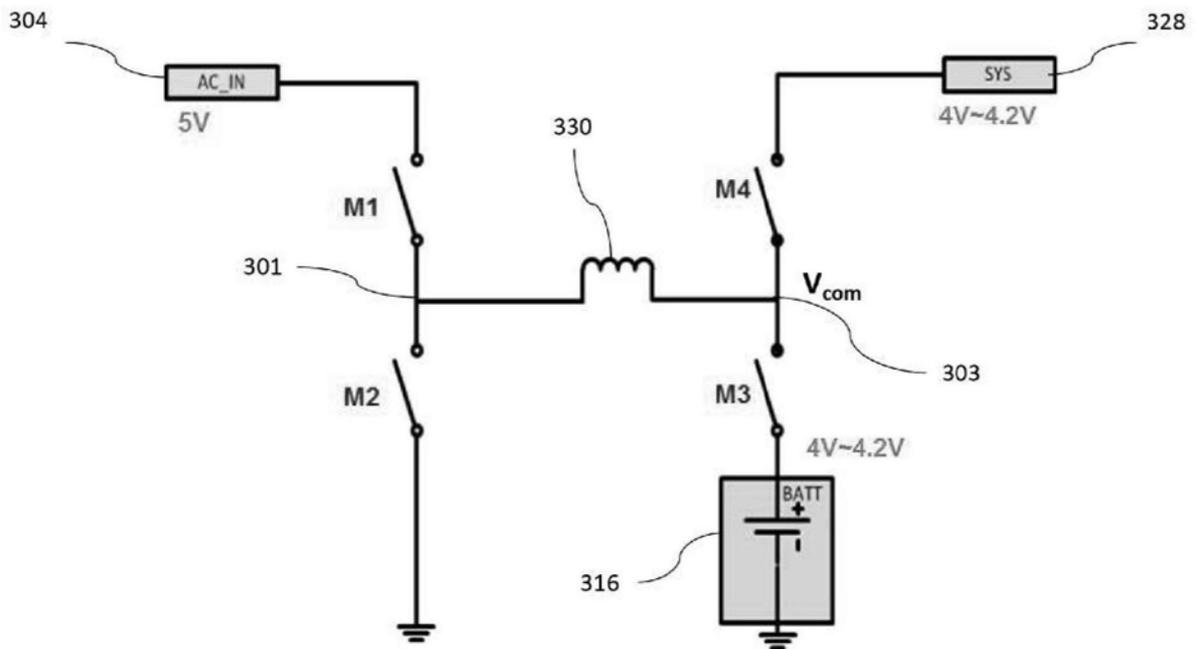


图4

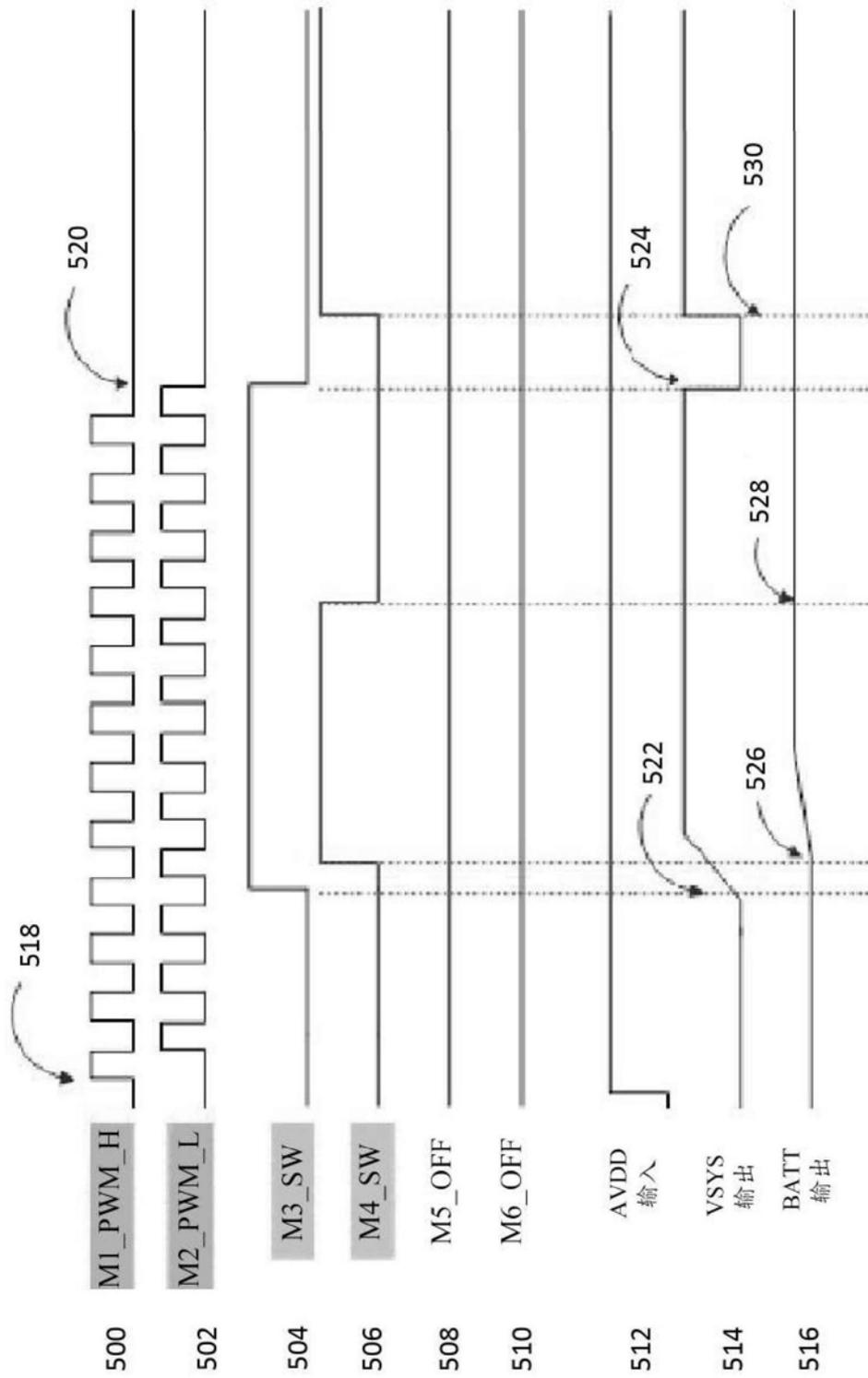


图5

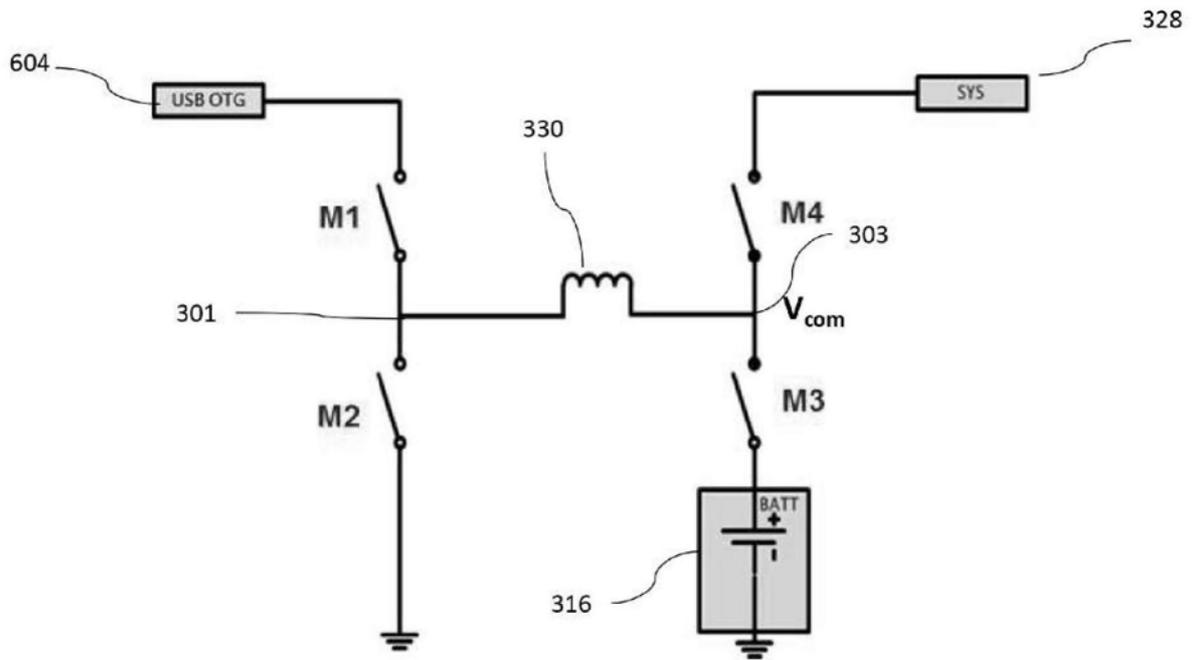


图6

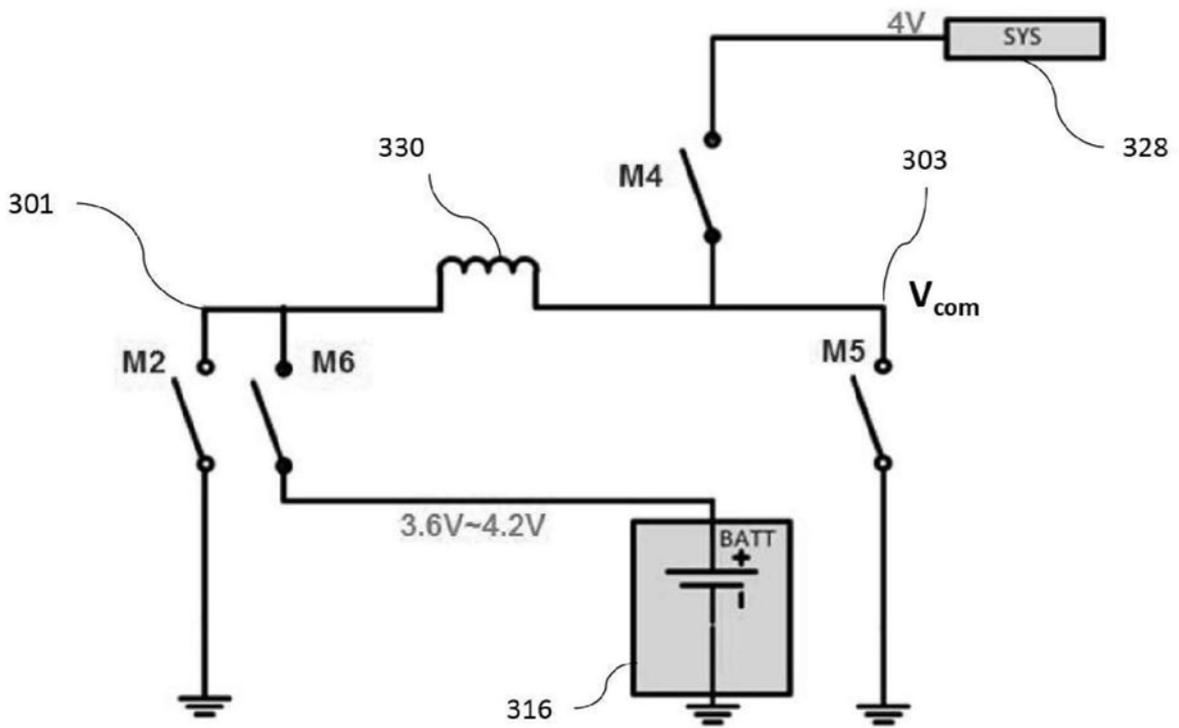


图7

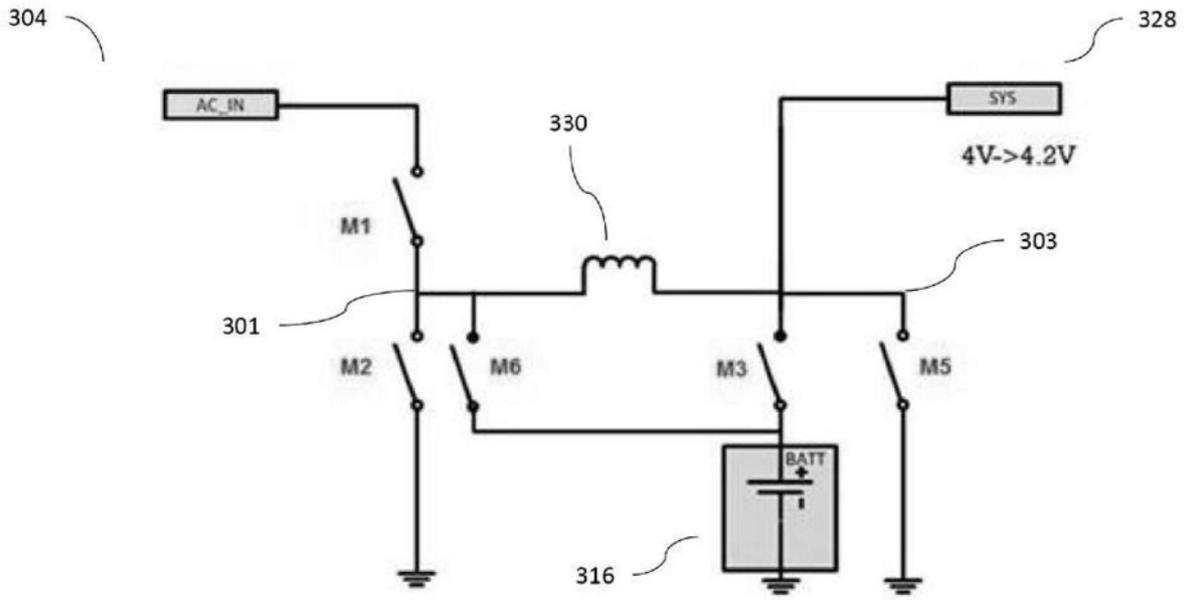


图8

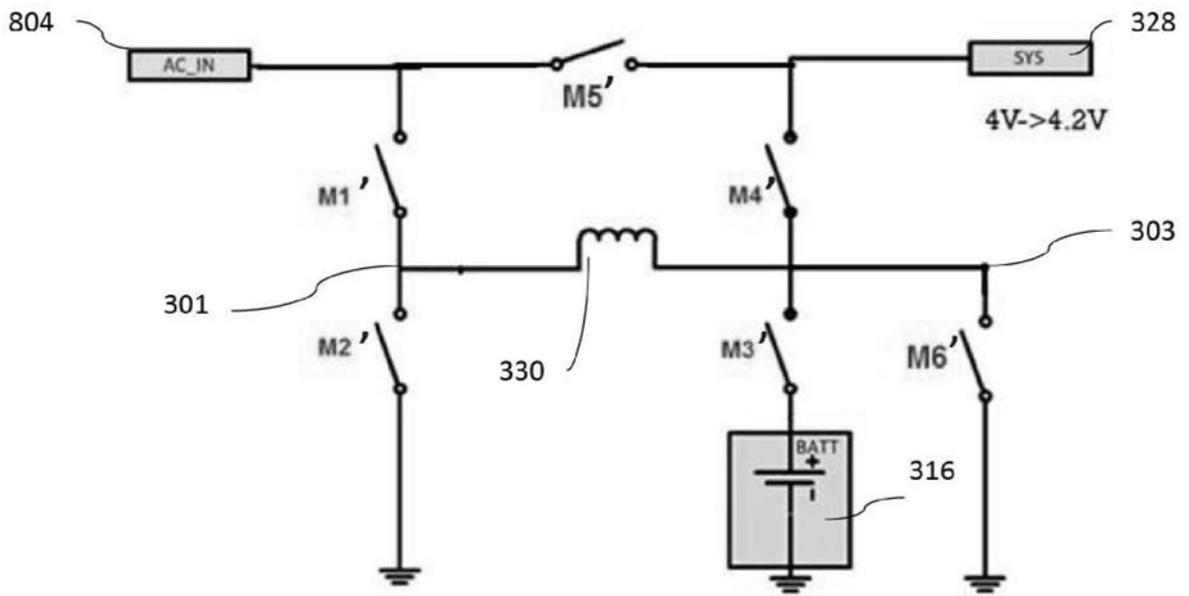


图9

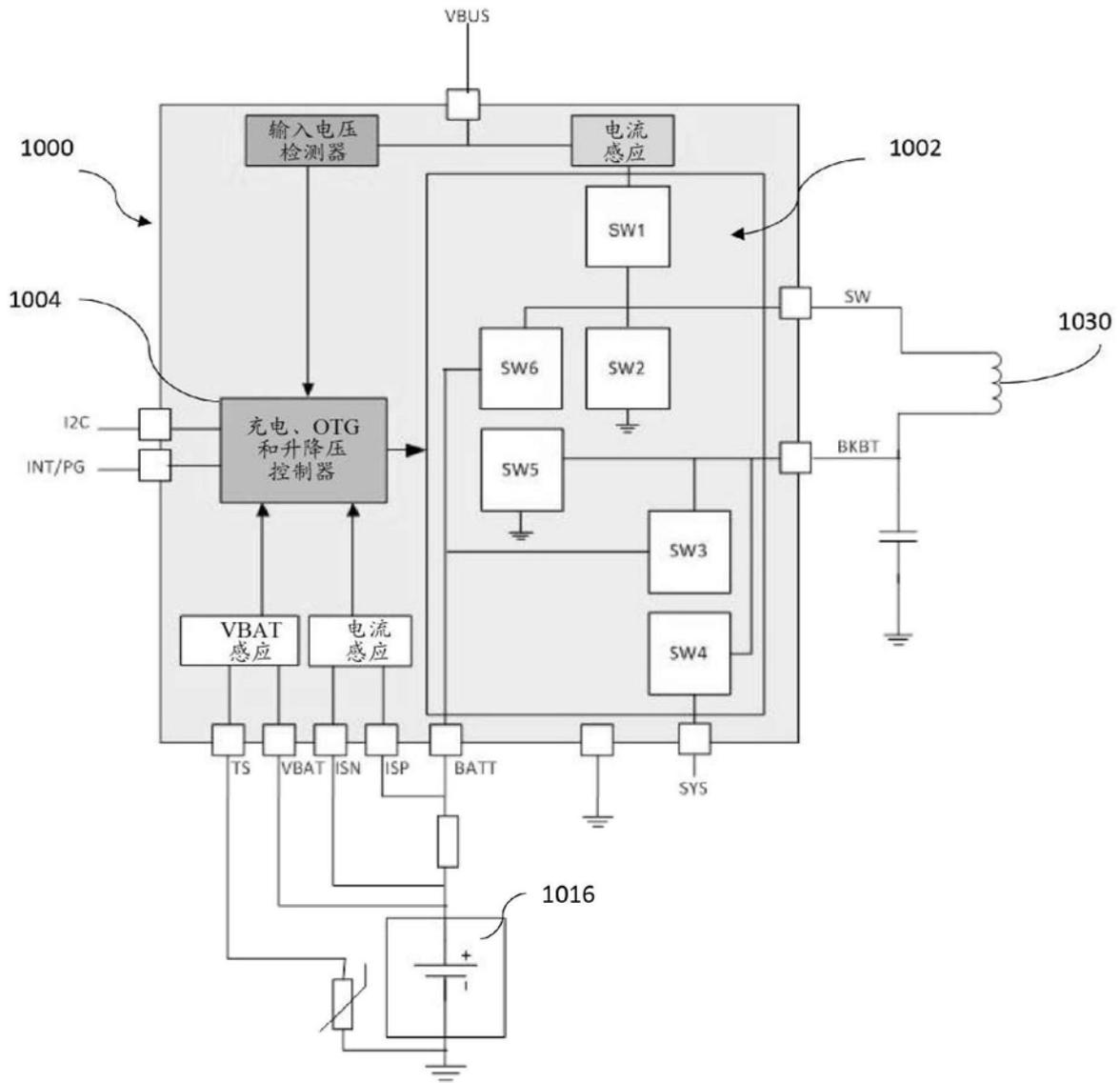


图10