



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106208699 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610681993.2

(22)申请日 2016.08.17

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 续丹 周欢 王斌 严珍 鲁伟

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 齐书田

(51) Int. Cl.

H02M 3/158(2006.01)

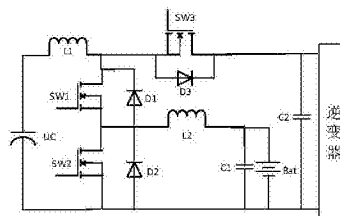
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器及其控制方法,由超级电容、蓄电池组、第一电感、第二电感、第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第一电容、第二电容组成。用于检测超级电容和蓄电池组荷电状态,以及所需功率或所回收功率的大小,本发明可以通过控制第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭,组合形成不同的Buck或Boost电路,使混合储能系统通过升压或降压以最高效率模式工作。本发明可以实现混合储能系统以较高的效率运行,同时可以有效地减少蓄电池组的循环次数,延长其使用寿命。



1. 一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,其特征在于,包含超级电容、蓄电池组、第一电感、第二电感、第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第一电容、第二电容;

超级电容正极与第一电感一端相连,第一电感另一端、第一MOS管漏极、第三MOS管源极、第一二极管阴极与第三二极管阳极相连,蓄电池组正极、第二电感一端与第一电容一端相连,第二电感另一端、第一MOS管源极、第二MOS管漏极、第一二极管阳极与第二二极管阴极相连,第三MOS管漏极、第三二极管阴极、第二电容一端与逆变器输入端一端相连,超级电容负极、第二MOS管源极、第二二极管阳极、第一电容另一端、蓄电池组负极、第二电容另一端与逆变器输入端另一端相连。

2. 根据权利要求1所述的一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,其特征在于,所述蓄电池组为铅酸电池组、锂电池组或燃料电池组。

3. 根据权利要求1所述的一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,其特征在于,蓄电池组额定电压低于超级电容额定电压。

4. 根据权利要求1所述的一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,其特征在于,所述超级电容为超级电容单体或者由多个超级电容单体通过串联或并联组成。

5. 根据权利要求1所述的一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,其特征在于,第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭状态通过ARM控制器输出的三路独立电平控制。

6. 一种权利要求1所述的基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器的控制方法,其特征在于,通过电压采集电路采集的母线电压,电流采集电路采集的母线电流,以确定需求功率;通过电压采集电路采集超级电容电压,通过监测蓄电池组荷电状态,确定超级电容和蓄电池组的荷电状态,然后通过控制第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭,实现超级电容单独输出、超级电容主输出蓄电池组辅助输出、蓄电池组主输出超级电容辅助输出、超级电容输出并为蓄电池组充电、蓄电池组输出并为超级电容充电、超级电容单独回收和蓄电池组与超级电容共同回收七种模式。

7. 根据权利要求6所述的基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器的控制方法,其特征在于,所述的七种模式具体实现方法如下:

当需求功率为正时,此时为能量输出状态,通过保持第一MOS管和第三MOS管关闭,使混合储能系统实现超级电容单独输出模式工作;保持第二MOS管和第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容输出并为蓄电池组充电模式工作;保持第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管和第三MOS管同步开闭,使混合储能系统实现超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式工作;保持第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管和第三MOS管开闭组合,其中第三MOS管控制占空比高于第一MOS管,使混合储能系统实现蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式工作;保持第一MOS管和第三MOS管为关闭状态,控制第二MOS管开闭,使混合储能系统实现蓄电池组输出并为超级电容充电模式工作;

当需求功率为负时,此时为能量回收状态,保持第一MOS管和第三MOS管关闭,控制第二MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容单独回收模式工作;保持第二MOS管关闭,保持第三MOS管打开,控制第一MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容和电池共同回收能量模

式工作。

一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于直流变换器领域,具体涉及一种蓄电池、超级电容和通过MOS管组合形成的可变Buck/Boost电路直流变换器及其控制方法。

背景技术

[0002] 日益加剧的环境问题和能源危机是全世界都需要严肃对待的问题,人们环保意识也在这些问题日渐凸显中得到加强,为解决这些问题,使用更加清洁的能源成为了一种必然趋势。

[0003] 当动力源只有蓄电池组时,这种动力形式对电池的冷启动时间、启动循环次数以及负荷变化的响应等都有很高的要求。同时电池的大电流放电对其寿命影响较大,为了保护电池往往会限制大电流输出,大大影响了加速性能。鉴于以上单一动力源的问题,加入比功率大的超级电容、配合比能量大的蓄电池组的混合储能系统,就能很好地解决上述问题。超级电容具有功率密度大、能量密度小和充放循环寿命长等特点,与电池组形成良好的互补,可以有效地提高输出功率、更好地回收制动能量和延长电池组的使用寿命。

[0004] 在混合电源系统中,一般含有多个DC-DC电路,这样就会增加系统复杂度,而且只能实现较少工作模式的切换。针对上述问题,可以进行直流转换电路设计,通过MOS管的开关组合形成灵活可变的Buck/Boost组合电路,使混合储能系统能够针对不同工况切换到最优模式工作,从而提高动力性能和能量使用效率。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器及其控制方法,以克服上述现有技术存在的缺陷,本发明通过控制能够实现多种工作模式,保证混合储能系统的高效工作。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器,包含超级电容、蓄电池组、第一电感、第二电感、第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第一电容、第二电容;

[0008] 超级电容正极与第一电感一端相连,第一电感另一端、第一MOS管漏极、第三MOS管源极、第一二极管阴极与第三二极管阳极相连,蓄电池组正极、第二电感一端与第一电容一端相连,第二电感另一端、第一MOS管源极、第二MOS管漏极、第一二极管阳极与第二二极管阴极相连,第三MOS管漏极、第三二极管阴极、第二电容一端与逆变器输入端一端相连,超级电容负极、第二MOS管源极、第二二极管阳极、第一电容另一端、蓄电池组负极、第二电容另一端与逆变器输入端另一端相连。

[0009] 进一步地,所述蓄电池组为铅酸电池组、锂电池组或燃料电池组。

[0010] 进一步地,蓄电池组额定电压低于超级电容额定电压。

[0011] 进一步地,所述超级电容为超级电容单体或者由多个超级电容单体通过串联或并联组成。

[0012] 进一步地,第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭状态通过ARM控制器输出的三路独立电平控制。

[0013] 一种基于Buck/Boost电路的混合储能系统直流变换器的控制方法,通过电压采集电路采集的母线电压,电流采集电路采集的母线电流,以确定需求功率;通过电压采集电路采集超级电容电压,通过监测蓄电池组荷电状态,确定超级电容和蓄电池组的荷电状态,然后通过控制第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭,实现超级电容单独输出、超级电容主输出蓄电池组辅助输出、蓄电池组主输出超级电容辅助输出、超级电容输出并为蓄电池组充电、蓄电池组输出并为超级电容充电、超级电容单独回收和蓄电池组与超级电容共同回收七种模式。

[0014] 进一步地,所述的七种模式具体实现方法如下:

[0015] 当需求功率为正时,此时为能量输出状态,通过保持第一MOS管和第二MOS管和第三MOS管关闭,使混合储能系统实现超级电容单独输出模式工作;保持第二MOS管和第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容输出并为蓄电池组充电模式工作;保持第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管和第二MOS管同步开闭,使混合储能系统实现超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式工作;保持第三MOS管为关闭状态,通过控制第一MOS管和第二MOS管开闭组合,其中第二MOS管控制占空比高于第一MOS管,使混合储能系统实现蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式工作;保持第一MOS管和第三MOS管为关闭状态,控制第二MOS管开闭,使混合储能系统实现蓄电池组输出并为超级电容充电模式工作;

[0016] 当需求功率为负时,此时为能量回收状态,保持第一MOS管和第二MOS管关闭,控制第三MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容单独回收模式工作;保持第二MOS管关闭,保持第三MOS管打开,控制第一MOS管开闭,使混合储能系统实现超级电容和电池共同回收能量模式工作。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0018] 本发明的直流变换器能够通过简单地控制三个MOS管的开闭组合,形成超级电容、蓄电池组和电机逆变器之间可变的Buck/Boost转换电路,通过不同Buck/Boost电路之间的组合,实现混合储能系统七种工作模式的切换,保证混合储能系统以较高的效率运行同时减少了蓄电池组的循环次数,延长其使用寿命。

[0019] 本发明方法通过电压采集电路采集的母线电压,电流采集电路采集的母线电流,以确定需求功率;通过电压采集电路采集超级电容电压,通过监测蓄电池组荷电状态,确定超级电容和蓄电池组的荷电状态,然后通过控制第一MOS管、第二MOS管和第三MOS管的开闭,实现超级电容单独输出、超级电容主输出蓄电池组辅助输出、蓄电池组主输出超级电容辅助输出、超级电容输出并为蓄电池组充电、蓄电池组输出并为超级电容充电、超级电容单独回收和蓄电池组与超级电容共同回收七种模式,保证混合储能系统以较高的效率运行同时减少了蓄电池组的循环次数,延长其使用寿命。

附图说明

[0020] 图1是本发明的原理图；

[0021] 图2是本发明模式切换控制逻辑图；

[0022] 图3是本发明的超级电容单独输出模式的原理图；其中(a)是本发明超级电容单独输出模式时的MOS管的开关开闭状态图；(b)是本发明超级电容单独输出模式时的具体过程图；

[0023] 图4是本发明的超级电容输出并为蓄电池组充电模式的原理图；其中(a)是本发明超级电容输出并为蓄电池组充电模式的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明超级电容输出并为蓄电池组充电模式的第一阶段具体过程图；(c)是本发明超级电容输出并为蓄电池组充电模式的第二阶段具体过程图；

[0024] 图5是本发明的超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式的原理图；其中(a)是本发明超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式的第一阶段具体过程图；(c)是本发明超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式的第二阶段具体过程图；

[0025] 图6是本发明的蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式的原理图；其中(a)是本发明蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式的第一阶段具体过程图；(c)是本发明蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式的第二阶段具体过程图；(d)是本发明蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式的第三阶段具体过程图；

[0026] 图7是本发明的蓄电池组输出并为超级电容充电模式的原理图；其中(a)是本发明蓄电池组输出并为超级电容充电的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明蓄电池组输出并为超级电容充电的第一阶段具体过程图；(c)是本发明蓄电池组输出并为超级电容充电的第二阶段具体过程图；

[0027] 图8是本发明的超级电容单独回收模式的原理图；其中(a)是本发明超级电容单独回收模式的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明超级电容单独回收模式的形成的Buck电路示意图；(c)是本发明超级电容单独回收模式的第一阶段具体过程图；(d)是本发明超级电容单独回收模式的第二阶段具体过程图；

[0028] 图9是本发明的蓄电池组与超级电容共同回收模式的原理图；其中(a)是本发明蓄电池组与超级电容共同回收模式的MOS管的开闭状态图；(b)是本发明蓄电池组与超级电容共同回收模式的形成的Buck电路示意图；(c)是本发明蓄电池组与超级电容共同回收模式的第一阶段具体过程图；(d)是本发明蓄电池组与超级电容共同回收模式的第二阶段具体过程图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述：

[0030] 图1是本发明所构建的一种基于组合式可变Buck/Boost电路的混合储能系统的直流变换器的原理图，包含超级电容、蓄电池组、第一电感、第二电感、第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第一电容、第二电容。超级电容正极与第一电感一端相连，第一电感另一端、第一MOS管漏极、第三MOS管源极、第一二极管阴极与第三二极管阳极相连，蓄电池组正极、第二电感一端与第一电容一端相连，第二电感另一端、

第一MOS管源极、第二MOS管漏极、第一二极管阳极与第二二极管阴极相连,第三MOS管漏极、第三二极管阴极、第二电容一端与逆变器输入端一端相连,超级电容负极、第二MOS管源极、第二二极管阳极、第一电容另一端、蓄电池组负极、第二电容另一端与逆变器输入端另一端相连。

[0031] 其中所述蓄电池组为铅酸电池组、锂电池组或燃料电池组。蓄电池组额定电压低于超级电容额定电压,超级电容为超级电容单体或者由多个超级电容单体通过串联或并联组成。

[0032] 本发明模式切换控制逻辑如图2所示,具体控制方法为以下步骤:

[0033] 1)通过电压采集电路采集的母线电压,电流采集电路采集的母线电流,以确定需求功率,通过电压采集电路采集超级电容电压,通过监测蓄电池组荷电状态,确定超级电容和蓄电池组的荷电状态。

[0034] 2)当蓄电池组荷电状态小于或等于10%,系统发送低电警报,提示需要充电,停止启动。

[0035] 3)当蓄电池组荷电状态大于10%,检测需求功率,当需求功率为正时,判断为能量输出状态,保持第三MOS管为关闭状态,同时进一步判断超级电容和蓄电池组的荷电状态。当超级电容荷电状态大于90%且蓄电池组荷电状态大于20%,如图3所示,通过保持第一MOS管和第二MOS管关闭,使系统以超级电容单独输出模式工作。当超级电容荷电状态大于90%且蓄电池组荷电状态小于或等于20%,如图4所示,保持第二MOS管关闭,通过控制第一MOS管开闭,使系统以超级电容输出并为蓄电池组充电模式工作。当超级电容荷电状态小于或等于90%、大于或等于70%,如图5所示,通过控制第一MOS管和第二MOS管同步开闭,使系统以超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式工作。当超级电容荷电状态小于70%、大于或等于40%且蓄电池组荷电状态小于或等于40%,如图5所示,通过控制第一MOS管和第二MOS管同步开闭,使系统以超级电容主输出蓄电池组辅助输出模式工作。当超级电容荷电状态小于70%、大于或等于40%且蓄电池组荷电状态大于40%,如图6所示,通过控制第一MOS管和第二MOS管开闭,其中第二MOS管控制占空比高于第一MOS管,使系统以蓄电池组主输出超级电容辅助输出模式工作。当超级电容荷电状态小于40%,如图7所示,通过保持第一MOS管关闭,控制第二MOS管开闭,使系统以蓄电池组输出并为超级电容充电模式工作。

[0036] 4)当需求功率为负时,判断为能量回收状态,同时进一步判断超级电容荷电状态。当超级电容荷电状态小于90%,如图8所示,保持第一MOS管和第二MOS管关闭,此时形成一个逆变器为输入、超级电容为输出的Buck电路,制动能量降压后被超级电容全部吸收,若回收过程中超级电容充满,此时控制第一MOS管的开闭,使多余能量降压为蓄电池组吸收。当超级电容荷电状态大于或等于90%,如图9所示,保持第二MOS管关闭,保持第三MOS管打开,控制第一MOS管开闭,此时形成一个逆变器为输入、超级电容为输出的Buck电路和一个逆变器为输入、蓄电池组为输出的Buck电路,此时超级电容和电池共同回收能量。

[0037] 上述内容仅为最高效率控制的构思,而非是对本发明的任何形式上的限制,本发明受保护内容并不局限于此。本发明的保护范围还包括,任何在本发明展示的技术范围内,做变形、替换和补充等方案。

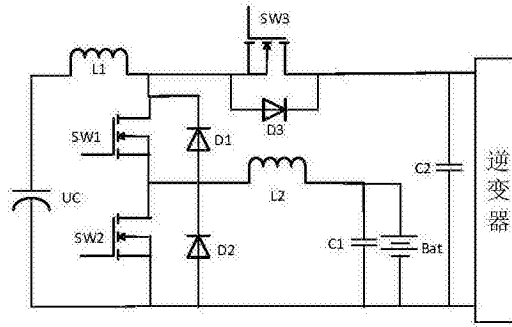


图1

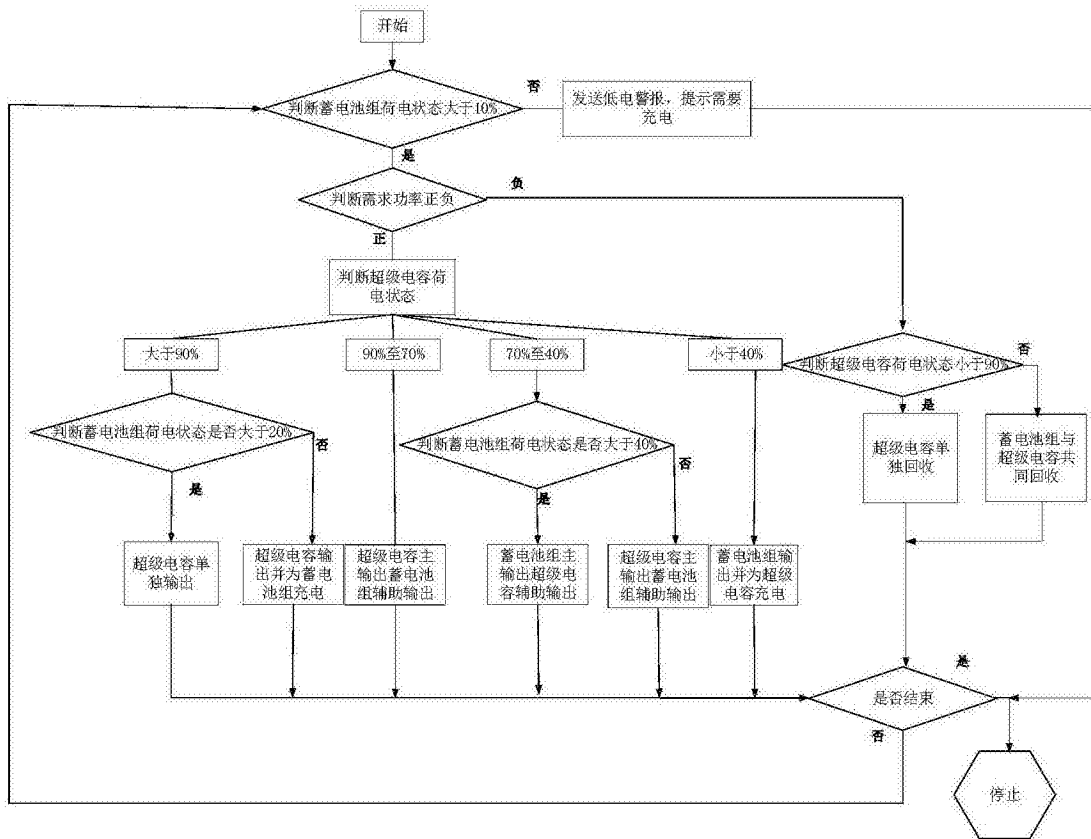


图2

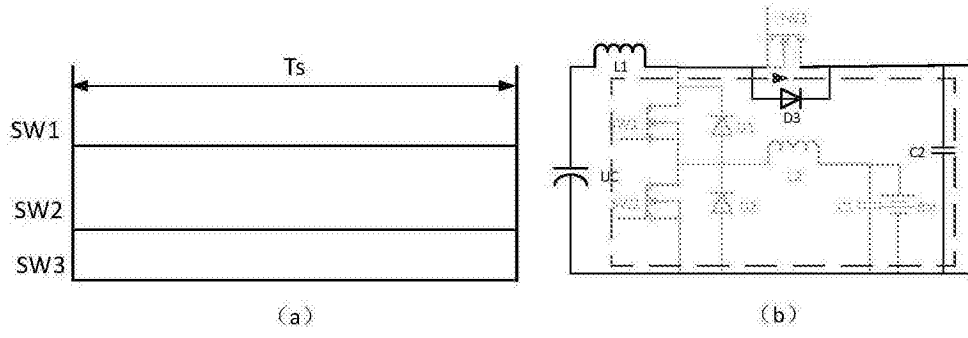


图3

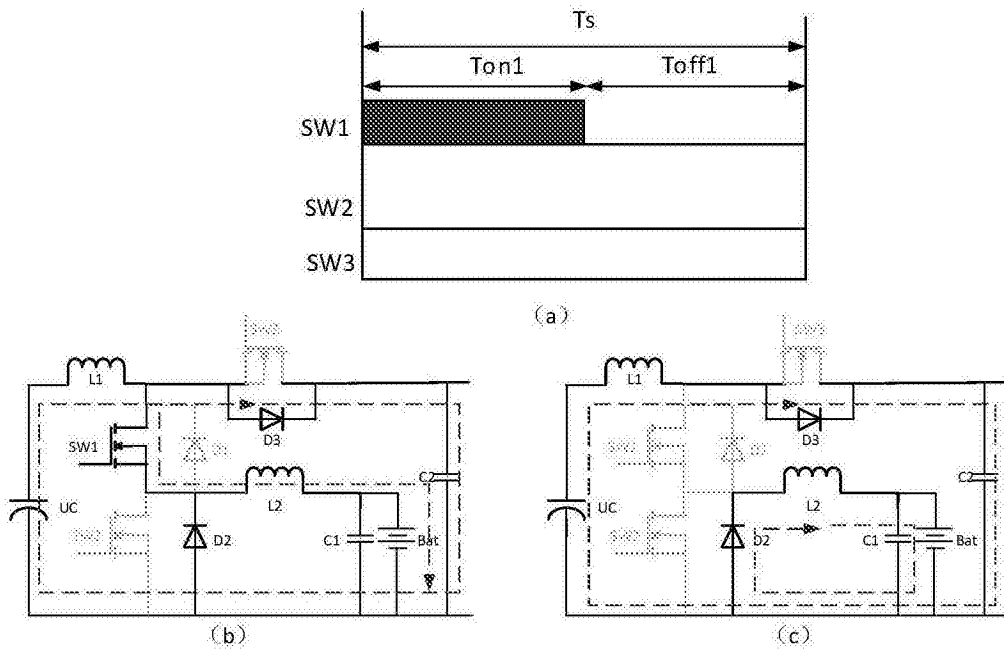


图4

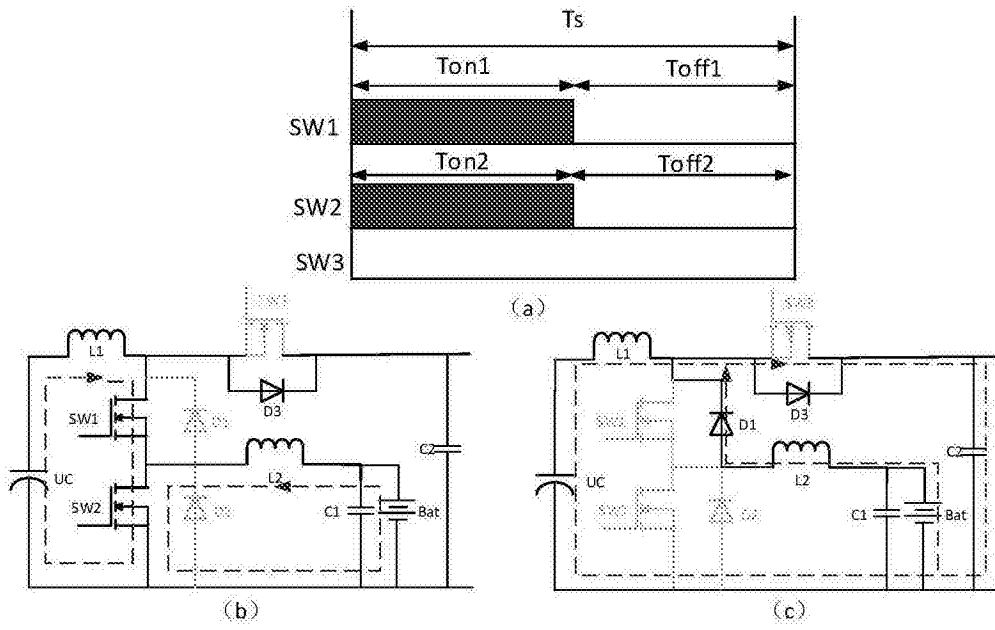


图5

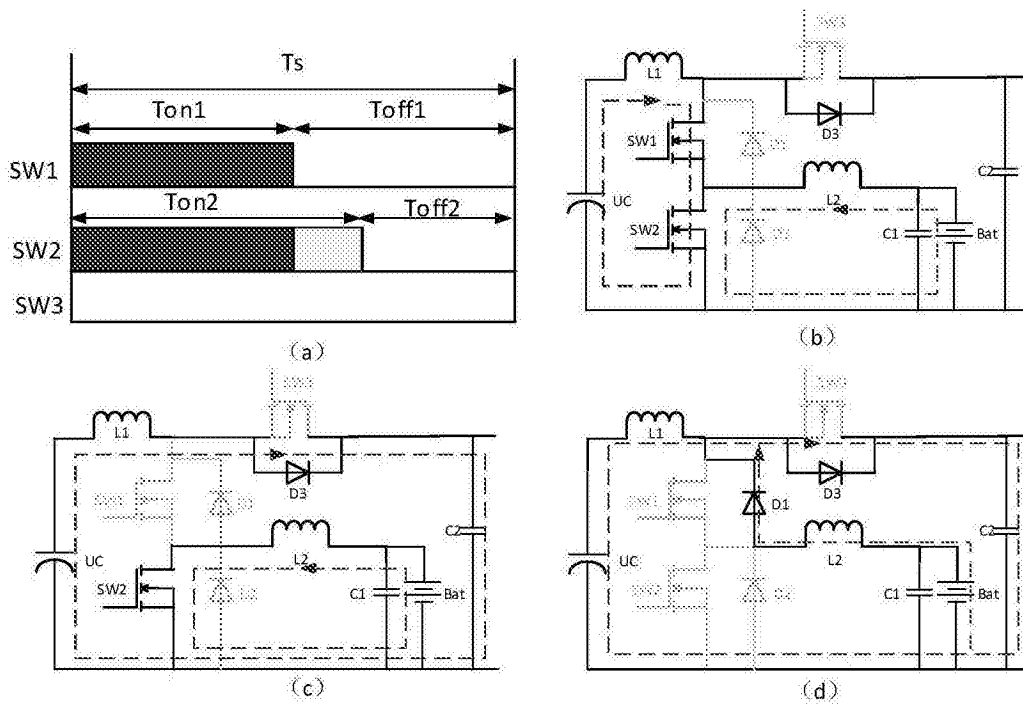


图6

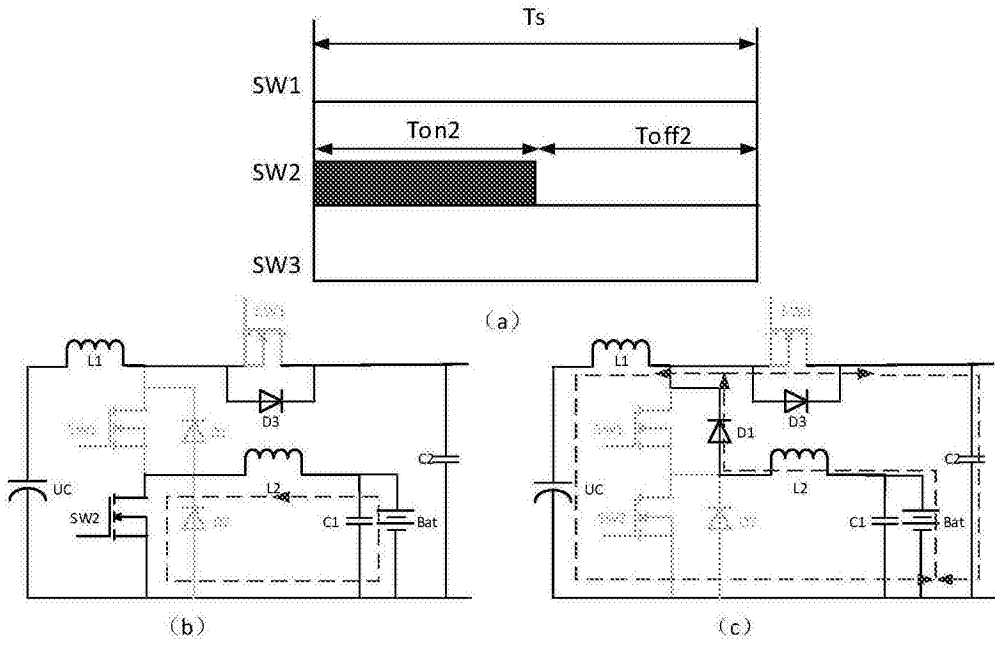


图7

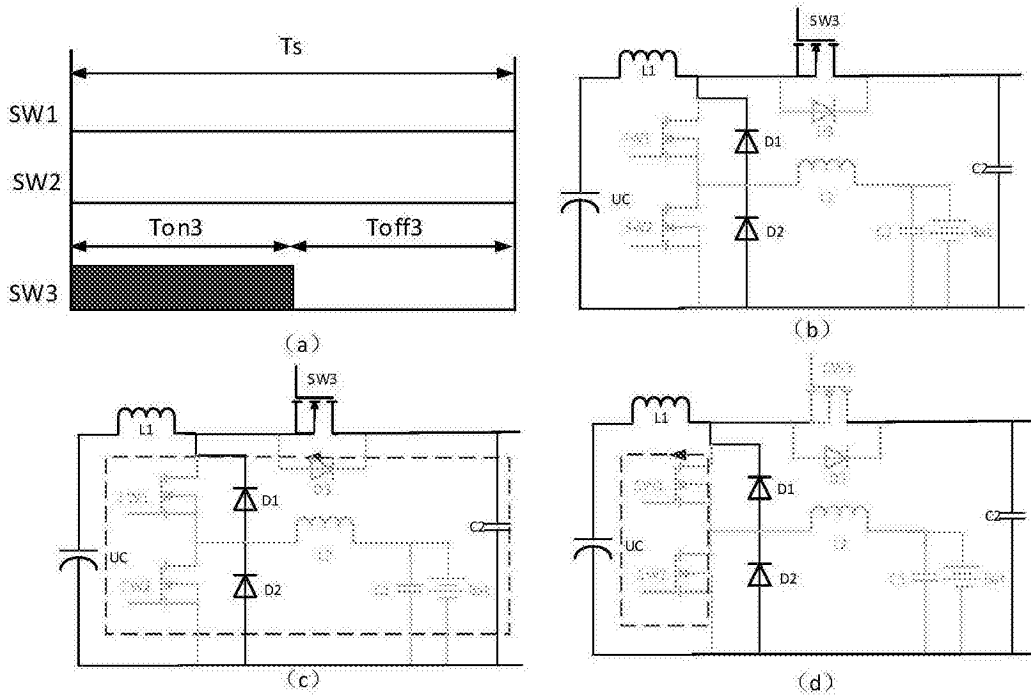


图8

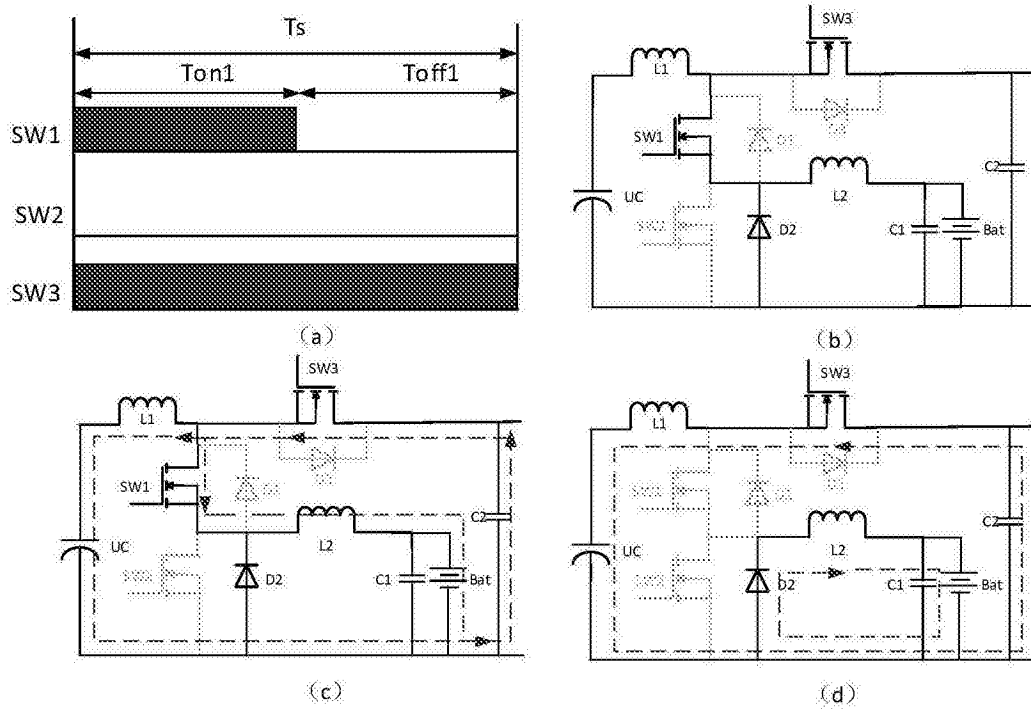


图9