



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103190071 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201180049448. 7

(22) 申请日 2011. 03. 29

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2013. 04. 22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2011/072277 2011. 03. 29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/129781 ZH 2012. 10. 04

(73) 专利权人 阿特斯(中国)投资有限公司
地址 215000 江苏省苏州市苏州高新区鹿山路 199 号

(72) 发明人 闫广川 匡超 黄子健 刘必权

(74) 专利代理机构 苏州威世朋知识产权代理事
务所(普通合伙) 32235
代理人 杨林洁

(51) Int. Cl.

H02S 10/00(2014. 01)

H02S 20/32(2014. 01)

H02S 40/38(2014. 01)

(56) 对比文件

CN 101795101A, 2010. 08. 04, 全文.

CN 201766523U, 2011. 03. 16, 说明书第 24

段及附图 1.

WO 2010/031614A1, 2010. 03. 25, 全文.

CN 101630171A, 2010. 01. 20, 全文.

审查员 嵇恒

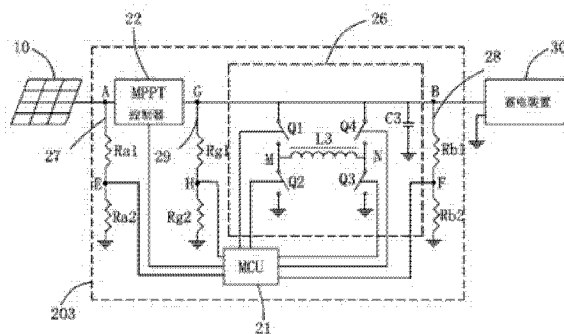
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

光伏系统

(57) 摘要

一种光伏系统,其包括用于将光能转化为电能的光伏组件、用于储存被转化的电能的蓄电装置、以及连接在光伏组件和蓄电装置之间的控制组件。其中,控制组件用于跟踪光伏组件工作的最大功率点,并控制光伏组件在所述最大功率点时工作;比较光伏组件在最大功率点时的输出电压和蓄电装置的额定充电电压;当所述输出最大功率点电压大于所述额定充电电压时,将输出电压降低至额定充电电压后给蓄电装置充电;当输出最大功率点电压小于额定充电电压时,将输出电压提高至额定充电电压后给蓄电装置充电。通过对光伏组件的输出电压和最大功率和蓄电装置的额定充电电压和充电功率需求之间的匹配,确保光伏组件在最大功率点时的输出被充分、有效地利用,从而使光伏系统能够发挥出最大的效能。



1. 一种光伏系统,其特征在于,该系统包括:
光伏组件,用于吸收光能,并将光能转化为电能输出;
蓄电装置,与所述光伏组件连接以用于储存被转化的电能,其具有额定充电电压;
控制组件,连接在所述光伏组件和蓄电装置之间,并包括用于将输出电压调节到额定充电电压的升降压变换(boost-buck)电路,所述升降压变换电路包括与光伏组件串联的第一和第二开关、与蓄电装置串联的第三和第四开关、以及串联在第一、二开关之间的节点和第三、四开关之间的节点之间的电感,所述控制组件用于
跟踪光伏组件工作的最大功率点,并控制光伏组件在所述最大功率点时工作;
比较光伏组件在最大功率点时的输出电压和蓄电装置的额定充电电压;
当输出的最大功率点电压大于所述额定充电电压时,将所述输出电压降低至额定充电电压后给蓄电装置充电;当输出的最大功率点电压小于额定充电电压时,将所述输出电压提高至额定充电电压后给蓄电装置充电。
2. 根据权利要求1所述的光伏系统,其特征在于,所述控制组件包括用于跟踪光伏组件工作的最大功率点的最大功率点跟踪控制器。
3. 根据权利要求1所述的光伏系统,其特征在于,所述控制组件还包括控制装置,所述控制装置用于根据比较结果相应地控制第一、二、三、四开关的通断以将输出电压提升或降低到额定充电电压。
4. 根据权利要求3所述的光伏系统,其特征在于,当比较结果为输出电压高于额定充电电压时,控制装置控制第一、二开关同步地通断,第三开关保持关断,第四开关保持导通;当比较结果为输出电压低于额定充电电压时,控制装置控制第三、四开关同步地通断,第二开关保持关断,第一开关保持导通。
5. 根据权利要求1所述的光伏系统,其特征在于,所述第一、二、三、四开关均为电子开关,所述电子开关包括金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)。
6. 根据权利要求3所述的光伏系统,其特征在于,所述控制装置包括微控制器(Micro Control Unit, MCU)。
7. 根据权利要求1所述的光伏系统,其特征在于,控制组件还包括连接在光伏组件输入母线上的用于检测输入电压的第一电阻分压电路,和用于检测给蓄电装置充电的电压的第二电阻分压电路。
8. 根据权利要求7所述的光伏系统,其特征在于,控制组件还包括连接于所述母线上的、位于第一和第二电阻分压电路间的第三电阻分压电路。

光伏系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏发电技术,尤其涉及一种通过跟踪光伏组件的最大功率点来相应控制输出电力的技术。

背景技术

[0002] 目前,我们所使用的电能主要是由集中的大型发电机所产生的电力并通过远距离的输电线路传输提供。然而,有些偏远地区人烟稀少,短期内电网还无法延伸到,所以,利用存在于这些地区附近的各种能源形式(如太阳能、风能、生物质能、水力、和热能等)就近发电,可以有效地解决该地区的电力问题。太阳能-光伏发电技术由于既可以提供小型的“太阳能家用系统”(SHS,峰值功率为 20-200W)供单户家庭使用,又可以提供较大型的村级系统(5kW 左右),所以该技术可以在短期内作为一种主要技术选择为偏远地区的家庭、小型企业和社区提供基本的用电需求,如照明、播放收音机、播放电视等。

[0003] 光伏发电技术是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能。这种技术的关键元件是光伏电池,光伏电池通常由两块或多块半导体薄片组成,半导体材料通常是硅,如单晶硅、多晶硅、非晶硅等。当光线照射时,可以在电池内部产生电流,并由金属导体以直流电的形式传导。光伏电池经过串联后进行封装保护可形成大面积的光伏电池组件。配合参照图 1 所示的现有技术,光伏系统通常包括光伏电池组件 91、控制器 92、蓄电装置 93。其中蓄电装置 93 用于作为储备电源,如白天时由光伏组件 91 通过控制器 92 直接向负载 94 供电,而到了夜间,通过控制器 92 管理由蓄电装置 93 向负载 94 供电。

[0004] 光伏电池组件的输出特性具有非线性特征,并且受光照强度、环境温度等影响。在一定的光照强度和环境温度下,光伏电池可以工作在不同的输出电压,但只有在某一输出电压值时,光伏电池的输出功率才能达到最大值,也就是说,这时光伏电池的工作点就达到了输出功率曲线的最高点,称之为最大功率点(Maximum Power Point, MPP)。当电压小于最大功率点电压时,输出功率随输出电压的增加而增加;当电压大于最大功率点电压,输出功率随输出电压的增加而减小。由此可以看出,在光伏发电系统中,要提高系统的整体效率,主要的途径就是实时调整光伏组件的工作点,使之始终工作在最大功率点附近,这一过程就称之为最大功率点跟踪(Maximum Power Point Tracking, MPPT)。目前,业内已经有很多的方法来实现最大功率点跟踪,如扰动观察法、电导增量法、定电压跟踪、功率回授法等。然而,系统在不同工况(光照强度、环境温度、遮挡等)下的最大功率点所对应的输出电压不同,而光伏组件的最大功率常常因为不匹配蓄电装置充电需求而被浪费,且最大功率点的电压并不等于蓄电池充电的最佳电压,光伏组件的最大功率并不能有效转换到蓄电池上,蓄电装置具有额定的充电电压,所以在给蓄电装置充电之前,如何确保在最大功率点的输出功率和输出电压和蓄电装置的额定充电电压和充电功率需求相匹配,是目前业界所急需解决的问题。(MPPT)

[0005] 有鉴于此,有必要对现有的光伏系统予以改进来解决上述问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种解决上述问题的光伏系统,其能够使系统在最大功率点下的输出电压适应蓄电装置的额定充电电压,从而确保系统发挥最大的效能。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的一种光伏系统,其包括:

[0008] 光伏组件,用于吸收光能,并将光能转化为电能输出;

[0009] 蓄电装置,与所述光伏组件连接以用于储存被转化的电能,其具有额定充电电压;

[0010] 控制组件,连接在所述光伏组件和蓄电装置之间,并包括用于将输出电压调节到额定充电电压的升降压变换(boost-buck)电路,所述升降压变换电路包括与光伏组件串联的第一和第二开关、与蓄电装置串联的第三和第四开关、以及串联在第一、二开关之间的节点和第三、四开关之间的节点之间的电感,所述控制组件用于

[0011] 跟踪光伏组件工作的最大功率点,并控制光伏组件在所述最大功率点时工作;

[0012] 率点时工作;

[0013] 比较光伏组件在最大功率点时的输出电压和蓄电装置的额定充电

[0014] 电压;

[0015] 当输出的最大功率点电压大于所述额定充电电压时,将所述输出

[0016] 电压降低至额定充电电压后给蓄电装置充电;当输出的最大功率点电压小于额定充电电压时,将所述输出电压提高至额定充

[0017] 电电压后给蓄电装置充电。

[0018] 电电压后给蓄电装置充电。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述控制组件包括用于跟踪光伏组件工作的最大功率点的最大功率点跟踪控制器。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述控制组件还包括控制装置,所述控制装置用于根据比较结果相应地控制第一、二、三、四开关的通断以将输出电压提升或降低到额定充电电压。

[0021] 作为本发明的进一步改进,当比较结果为输出电压高于额定充电电压时,控制装置控制第一、二开关同步地通断,第三开关保持关断,第四开关保持导通;当比较结果为输出电压低于额定充电电压时,控制装置控制第三、四开关同步地通断,第二开关保持关断,第一开关保持导通。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述第一、二、三、四开关均为电子开关,所述电子开关包括金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)。

[0023] 作为本发明的进一步改进,所述控制装置包括微控制器(Micro Control Unit, MCU)。

[0024] 作为本发明的进一步改进,控制组件还包括连接在光伏组件输入母线上的用于检测输入电压的第一电阻分压电路,和用于检测给蓄电装置充电的电压的第二电阻分压电路。

[0025] 作为本发明的进一步改进,控制组件还包括连接于所述母线上的、位于第一和第二电阻分压电路间的第三电阻分压电路。

[0026] 与现有技术相比,本发明的优势在于:通过对光伏组件的最大输出功率和输出电

压和蓄电装置的额定充电电压和充电需求功率之间的匹配,确保光伏组件在最大功率点时的输出被充分、有效地利用,从而使光伏系统能够发挥出最大的效能。

附图说明

[0027] 图 1 是现有技术中光伏系统的工作原理框图;

[0028] 图 2 是本发明光伏系统的第一实施方式中,光伏组件通过控制组件给蓄电装置充电的电路原理框图;

[0029] 图 3 是本发明光伏系统的第二实施方式中,光伏组件通过控制组件给蓄电装置充电的电路原理框图;

[0030] 图 4 是本发明光伏系统的第三实施方式中,光伏组件通过控制组件给蓄电装置充电的电路原理框图。

具体实施方式

[0031] 以下将结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0032] 如图 2 所示的本发明光伏系统的第一实施方式,该光伏系统包括光伏组件 10、控制组件 20、以及蓄电装置 30。其中光伏组件 10 用于吸收光能,并将光能转化为电能输出,其可以是由若干光伏电池(或称太阳能电池)串联后进行封装并按方阵排列形成的大面积电池组件。其中,光伏电池吸收光能,电池两端出现异号电荷的积累,即产生“光生电压”,这就是“光生伏特效应”。在光生伏特效应的作用下,光伏电池的两端产生电动势,从而将光能转换成电能。光伏电池一般由两块或多块半导体薄片组成,半导体材料通常是硅,如单晶硅、多晶硅、非晶硅等。蓄电装置 30 用于储存由光伏组件 10 转化输出后的电能,以在光伏组件 10 无法或不足以供电时向负载提供备用电力。蓄电装置 30 可以是化学电池,如铅酸电池、锂电池等,也可以是其它形式的储能元件,如超级电容等。在本实施方式中,蓄电装置 30 具有额定电压以及略高于额定电压的额定充电电压,其中额定充电电压可以是一个固定电压值,也可以是一个电压区间。例如,蓄电装置 30 的额定电压为 12V,充电电压可以在 13.5V~14.5V 区间内,开始以 14.5V 的恒定电压对蓄电装置 30 进行快充,然后以 14V 的恒定电压进行慢充,最后以 13.5V 的恒定电压对蓄电装置 30 涓流充电。

[0033] 如图 2 所示的实施方式中,控制组件 201 连接在光伏组件 10 和蓄电装置 30 之间,用于控制光伏组件 10 对蓄电装置 30 的充电。控制组件 201 包括一控制装置 21 和一 MPPT 控制器 22。其中 MPPT 控制器 22 用于寻找光伏组件工作的最大功率点,并控制光伏组件在最大功率点工作时的输出电压。其可以通过控制电路来实现,例如实时采集光伏组件的输出电压和工作电流,从而实时地计算出光伏组件的当前工作功率;然后比较当前的工作功率与上一时间点的工作功率;当当前的工作功率相对于上一时间点的工作功率第一次出现下降时,表明上一时间点的工作功率为最大功率点,从而对应上一时间点时的工作电压即为光伏组件最大功率点时的输出电压。当然,MPPT 控制器 22 也可以是包括微控制器(Micro Control Unit, MCU)的集成电路,其通过一定的算法来实现光伏组件最大功率点的跟踪。常见的 MPPT 算法包括扰动观察法、电导增量法、定电压跟踪、功率回授法、最优梯度法、滞

环比较法、间歇扫描法等,由于这些算法为本领域技术人员所熟知,所以申请人在此不再予以赘述。

[0034] 控制装置 21 可以是包括微控制器(MCU)的集成电路。本领域技术人员所熟知的是,微控制器可以包括中央处理单元(Central Processing Unit, CPU)、只读存储模块(Read-Only Memory, ROM)、随机存储模块(Random Access Memory, RAM)、定时模块、数字模拟转换模块(A/D Converter)、以及若干输入/输出端口。当然,控制装置 21 也可以采用其它形式的集成电路,如特定用途集成电路(Application Specific Integrated Circuits, ASIC)或现场可编程门阵列(Field-programmable Gate Array, FPGA)等。

[0035] 在本实施方式中,由于已知蓄电装置 30 的额定充电电压明显低于光伏组件 10 在最大功率点时的输出电压,所以控制组件 201 还包括一降压电路 24,用来使光伏组件的输出电压降低到蓄电装置的额定充电电压,从而可以有效地为蓄电装置充电。降压电路 24 可以采用各种形式的直流降压电路,本实施方式中优选为降压变换(buck)电路。如图 2 所示,开关 K1 为电子开关,其可以是继电器、晶体管、场效应管、可控硅等。本实施方式中,开关 K1 优选为金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET),控制组件 11 还包括一脉宽调制(Pulse Width Modulation, PWM)驱动电路来驱动开关 K1 高频地通断。电感 L1 为储能滤波电感,当开关 K1 导通时,其用于限制大电流通过,防止此时的输入电压直接加到蓄电装置 30 上,同时对流过的电感的电流转化成磁能进行储存;而当开关 K1 关断时,其用于将磁能转化成电流继续向蓄电装置 30 提供电能。电容 C1 为储能滤波电容,当开关 K1 导通时,其用于将流过电感 L1 的部分电流转化成电荷进行储存;而当开关 K1 关断时,其把电荷转化成电流继续向蓄电装置 30 提供电能。D1 是整流二极管,主要功能是续流作用,当开关 K1 关断时,用于给电感 L1 释放能量提供电流通路。由于降压变换电路中的电感 L1 主要用于对电路的输入电压起分压作用,所以使得电路的输出电压小于输入电压,从而实现降压的作用。

[0036] 工作时,MPPT 控制器 22 会不断地跟踪光伏组件 10 的最大功率点,并确保光伏组件在该最大功率点下工作。控制装置 21 从光伏组件 10 输出母线的 A 点采集信号,经过模/数转换获得光伏组件工作在该最大功率点下的输出电压值(如 17V);控制装置 21 还从 B 点采集信号,同样地经过模/数转换获得为蓄电装置 30 充电的电压值。本实施方式中,蓄电装置 30 的额定充电电压是已知的(如固定值 13.5V,或区间 13.5V~14.5V),所以,控制装置 21 需要确保从 B 点采集的信号所对应的充电电压最后达到额定充电电压,从而控制装置 21 通过 PWM 驱动电路调节输出信号的占空比,进而将充电电压调整到蓄电装置 30 的额定充电电压,以此实现光伏组件 10 的较高输出电压与蓄电装置 30 的较低额定充电电压的适配,从而最大地发挥光伏组件的效能。

[0037] 图 3 所示的是本发明光伏系统的第二实施方式。与图 2 所示的第一实施方式的主要区别在于,控制组件 202 采用了升压电路 25 替换了第一实施方式中的降压电路,从而,当光伏组件 10 在最大功率点时的输出电压小于蓄电装置 30 的额定充电电压时,仍可以有效地为蓄电装置充电。如图 3 所示,如同第一实施方式,本实施方式中的开关 K2 也可优选为 MOSFET,电感 L2 为储能滤波电感、电容 C2 为储能滤波电容、D2 为整流二极管。当开关 K2 导通时,开关处于短路,电流流入电感 L2 使电感储存能量,二极管 D2 防止电容 C2 对地放电;当开关 K2 关断时,电感 L2 中储存的电开始放电,即电感 L2 为电容 C2 充电,此时,电容两

端的电压升高,使得电路的输出电压高于输入电压,从而实现升压的作用。与第一实施方式中类似的,控制装置 21 根据 A 点和 B 点采集到的信号相应获得光伏组件 10 的输出电压和给蓄电装置 30 的充电电压,然后通过 PWM 驱动电路调节输出信号的占空比,以将充电电压提高到蓄电装置 30 的额定充电电压。从而实现光伏组件 10 的较低输出电压与蓄电装置 30 的较高额定充电电压的适配,进而最大地发挥光伏组件的效能。

[0038] 图 4 所示的是本发明光伏系统的第三实施方式。与上述第一、二实施方式的主要区别在于,本实施方式中的控制组件 203 采用了自适应电压匹配电路,也就是说,控制组件 203 能够自行比较光伏组件 10 在最大功率点下的输出电压和蓄电装置 30 的额定充电电压,并选择相应的控制电路来使两者匹配。如图 4 所示,控制组件 203 包括控制装置 21、MPPT 控制器 22、升降压电路 26、和多级电阻分压电路。其中控制装置 21 与 MPPT 控制器 22 和上述实施方式中相同,所以申请人在此不再予以赘述。

[0039] 升降压电路 26 用于可选择地实现升压或降压的作用,在本实施方式中,该电路为升降压变换(boost-buck)电路。其采用类似于 H 桥电路的结构方式,包括光伏组件 10 串联的第一和第二开关 Q1、Q2,与蓄电装置 30 串联的第三和第四开关 Q3、Q4,以及串联在第一、二开关 Q1、Q2 之间的节点 M 和第三、四开关 Q3、Q4 之间的节点 N 之间的电感 L3。第一、二、三、四开关 Q1、Q2、Q3、Q4 均为电子开关,其可以是继电器、晶体管、场效应管、可控硅等,本实施方式中优选为 MOSFET。控制装置 21 可通过 PWM 驱动电路(图 4 中未示出)分别控制第一至第四开关的通断,从而实现电路 26 升压或降压的功能,后文将会做详细的描述。

[0040] 多级电阻分压电路包括连接在光伏组件 10 输入母线上的用于检测光伏组件的输出电压的第一电阻分压电路 27,和用于检测给蓄电装置 30 的充电电压的第二电阻分压电路 28。例如,控制装置 21 采集到 E 点的压降后,根据 Ra1 和 Ra2 的阻值可换算出此时光伏组件的输出电压;同样地,控制装置 21 采集到 F 点的压降后,根据 Rb1 和 Rb2 的阻值可换算出电路的输出电压,即给蓄电装置 30 的充电电压。多级电阻分压电路还包括连接位于第一和第二电阻分压电路 27、28 间的第三电阻分压电路 29,由于控制装置 21 仅通过第一和第二电阻分压电路 27、28 无法快速、精确地将充电电压调整到蓄电装置 30 的额定充电电压,所以第三电阻分压电路 29 的引入,可以供控制装置 21 在调整充电电压时作为参考,不断地调整并最终达到精确控制给蓄电装置的充电电压。

[0041] 工作时,控制组件 203 通过 MPPT 控制器 22 跟踪光伏组件 10 的最大功率点,并使其保持在最大功率点下工作。控制装置 21 通过第一电阻分压电路 27 获得光伏组件 10 在最大功率点时相应的输出电压,并将其与预知的蓄电装置 30 的额定充电电压进行比较。当光伏组件的输出电压高于蓄电装置的额定充电电压时,控制装置 21 控制第一、二开关 Q1、Q2 同步地导通和关断,第三开关 Q3 保持关断,第四开关 Q4 保持导通。此时,升降压变换(boost-buck)电路就等效于降压变换(buck)电路,从而使光伏组件 10 的输出电压降低到蓄电装置 30 的额定充电电压,进而确保光伏组件在最大功率点时的输出被充分、有效地利用。当光伏组件的输出电压低于蓄电装置的额定充电电压时,控制装置 21 控制第三、四开关 Q3、Q4 同步地通断,第二开关 Q2 保持关断,第一开关 Q1 保持导通。此时,升降压变换(boost-buck)电路就等效于升压变换(boost)电路,从而使光伏组件 10 的输出电压升高到蓄电装置 30 的额定充电电压,进而确保光伏组件在最大功率点时的输出被充分、有效地利用。

[0042] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

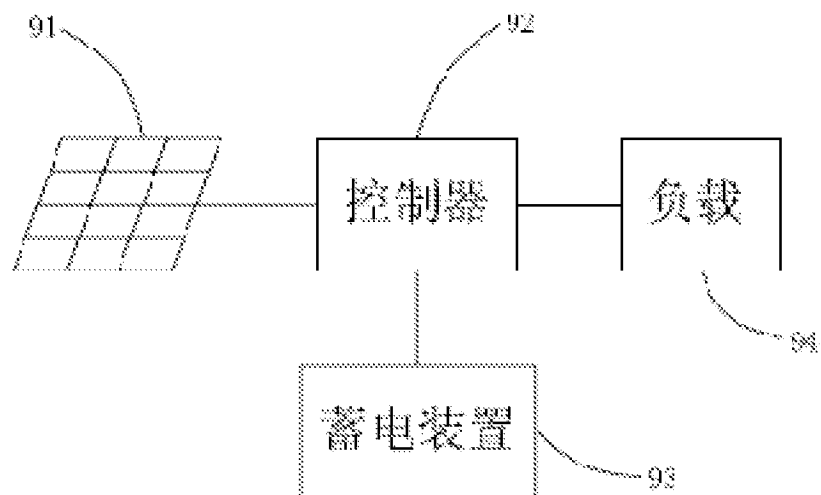


图 1(现有技术)

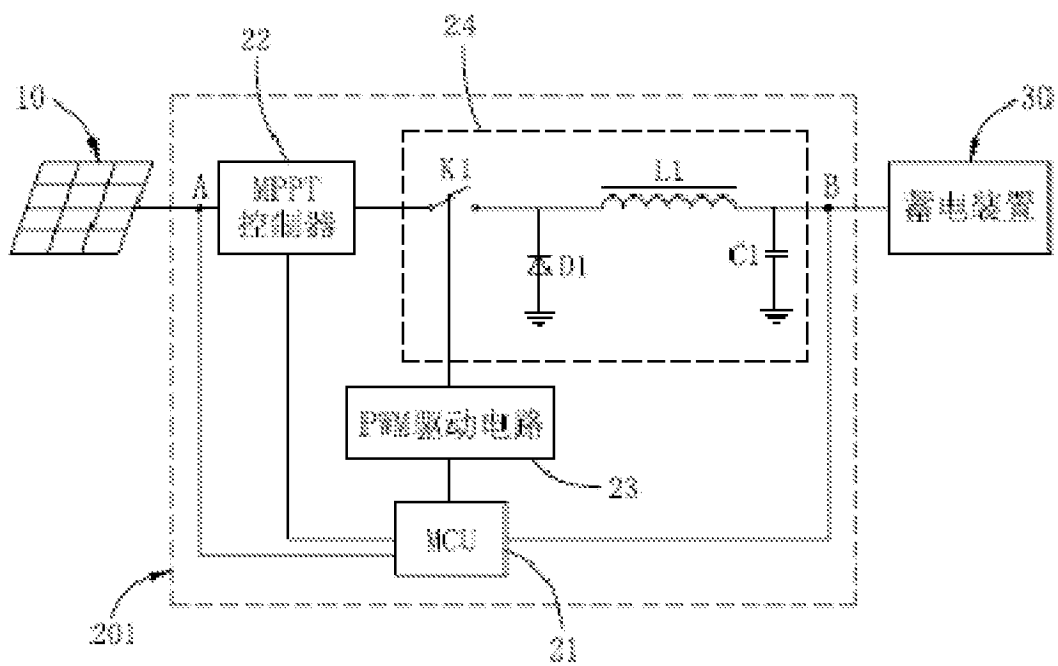


图 2

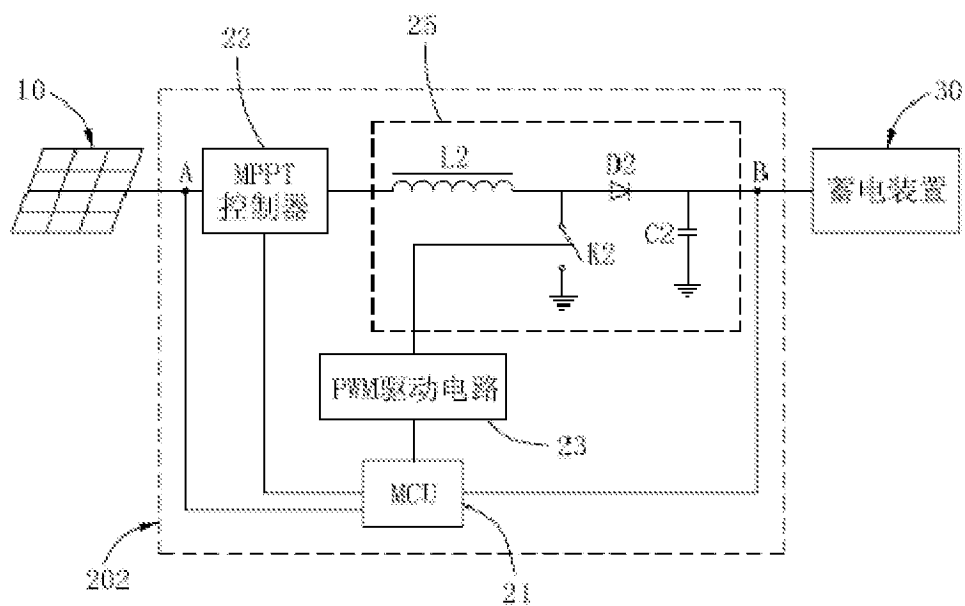


图 3

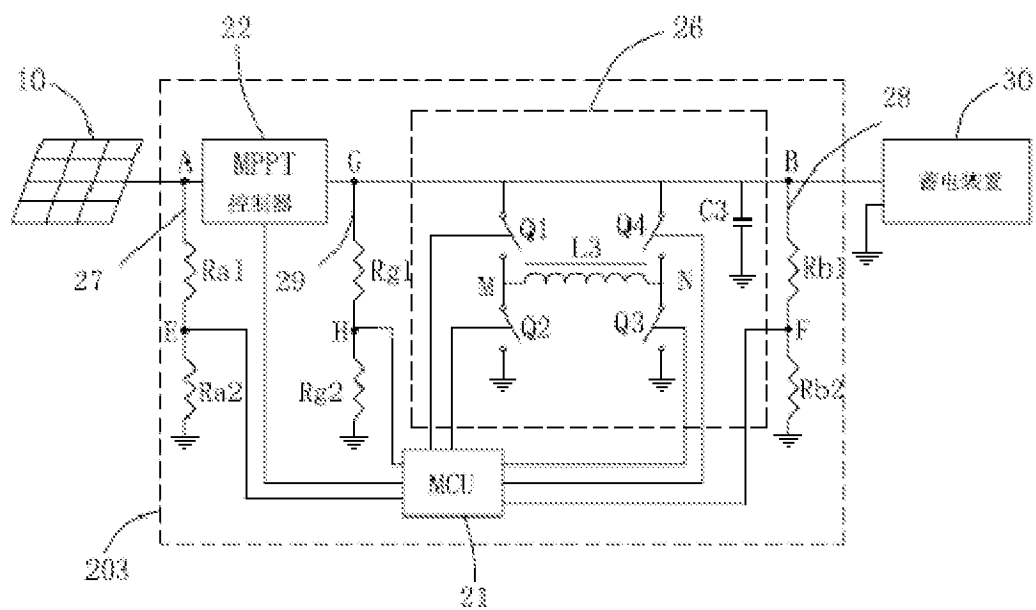


图 4