



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109995284 B

(45)授权公告日 2020.09.11

(21)申请号 201910301542.5

(22)申请日 2019.04.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109995284 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(73)专利权人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区  
学源街258号

(72)发明人 孙冠群

(51)Int.Cl.

H02P 9/30(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

审查员 毛翼丰

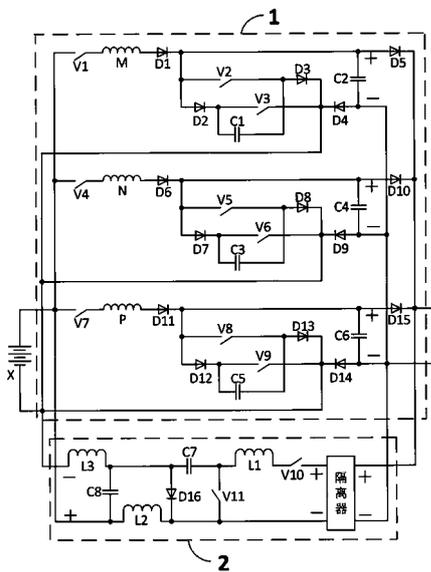
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种自充电开关磁阻发电机变流系统

(57)摘要

一种自充电开关磁阻发电机变流系统,由变流主电路、充电电路、蓄电池三大部分组成,变流主电路内含三相绕组及其变流回路,变流主电路发电输出的同时提供给充电电路做电源,充电电路输出给蓄电池充电,蓄电池作为变流主电路各相绕组励磁阶段的电源之一;变流主电路的各相绕组变流回路相互独立,输出并联,励磁阶段另有电容器作为第二电源,发电阶段与蓄电池串联后一同输出;充电电路输出电压可调,电流稳定,为蓄电池充电高效、稳定、可靠;全系统励磁电源可强化,电能质量高,输出高电压,开关损耗低,适合于各类开关磁阻发电机系统尤其是高速小功率开关磁阻发电机系统中应用。



1. 一种自充电开关磁阻发电机变流系统,其技术特征是,包括变流主电路、充电电路、蓄电池,所述变流主电路输出正极端连接所述充电电路输入正极端,变流主电路输出负极端连接充电电路输入负极端,充电电路输出正极端连接所述蓄电池正极端和变流主电路输入正极端,充电电路输出负极端连接蓄电池负极端和变流主电路输入负极端;

变流主电路包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管、第五开关管、第六开关管、第七开关管、第八开关管、第九开关管、第一相绕组、第二相绕组、第三相绕组、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、第七二极管、第八二极管、第九二极管、第十二二极管、第十一二极管、第十二二极管、第十三二极管、第十四二极管、第十五二极管、第一电容器、第二电容器、第三电容器、第四电容器、第五电容器、第六电容器,所述第一开关管阴极连接所述第一相绕组一端,第一相绕组另一端连接所述第一二极管阳极,第一二极管阴极连接所述第二开关管阳极、所述第二二极管阳极、所述第二电容器一端、所述第五二极管阳极,第二开关管阴极连接所述第一电容器一端、所述第三二极管阳极,第二二极管阴极连接第一电容器另一端、所述第三开关管阳极,第三开关管阴极连接第三二极管阴极、所述第四二极管阴极、所述第六开关管阴极、所述第八二极管阴极、所述第九二极管阴极、所述第九开关管阴极、所述第十三二极管阴极、所述第十四二极管阴极,并作为变流主电路输入负极端,第一开关管阳极连接所述第四开关管阳极、所述第七开关管阳极,并作为变流主电路输入正极端,第五二极管阴极连接所述第十二二极管阴极、所述第十五二极管阴极,并作为变流主电路输出正极端,第四二极管阳极连接第二电容器另一端、第九二极管阳极、所述第四电容器一端、第十四二极管阳极、所述第六电容器一端,并作为变流主电路输出负极端,第四开关管阴极连接所述第二相绕组一端,第二相绕组另一端连接所述第六二极管阳极,第六二极管阴极连接所述第五开关管阳极、所述第七二极管阳极、第四电容器另一端、第十二二极管阳极,第七二极管阴极连接所述第三电容器一端、第六开关管阳极,第五开关管阴极连接第八二极管阳极、第三电容器另一端,第七开关管阴极连接所述第三相绕组一端,第三相绕组另一端连接所述第十一二极管阳极,第十一二极管阴极连接所述第八开关管阳极、所述第十二二极管阳极、第六电容器另一端、第十五二极管阳极,第十二二极管阴极连接所述第五电容器一端、第九开关管阳极,第八开关管阴极连接第十三二极管阳极、第五电容器另一端;

充电电路包括隔离器、第十开关管、第十一开关管、第一电感、第二电感、第三电感、第七电容器、第八电容器、第十六二极管,所述隔离器输入正极端作为充电电路输入正极端,隔离器输入负极端作为充电电路输入负极端,隔离器输出正极端连接所述第十开关管阳极,第十开关管阴极连接所述第一电感一端,第一电感另一端连接所述第七电容器一端、所述第十一开关管阳极,第七电容器另一端连接所述第十六二极管阳极、所述第八电容器一端、所述第三电感一端,第三电感另一端作为充电电路输出负极端,隔离器输出负极端连接第十一开关管阴极、第十六二极管阴极、所述第二电感一端,第二电感另一端连接第八电容器另一端,并作为充电电路输出正极端。

2. 根据权利要求1所述的一种自充电开关磁阻发电机变流系统的控制方法,其技术特征是,变流主电路的控制方法,根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第一相绕组需投入工作时,闭合导通第一开关管,同时闭合导通第二开关管和第三开关管,进入第一相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第二开关管和第三开关管,进入发电阶

段,输出电能,根据转子位置信息,发电阶段结束时断开第一开关管;

根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第二相绕组需投入工作时,闭合导通第四开关管,同时闭合导通第五开关管和第六开关管,进入第二相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第五开关管和第六开关管,进入发电阶段,输出电能,根据转子位置信息,发电阶段结束时断开第四开关管;

根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第三相绕组需投入工作时,闭合导通第七开关管,同时闭合导通第八开关管和第九开关管,进入第三相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第八开关管和第九开关管,进入发电阶段,输出电能,根据转子位置信息,发电阶段结束时断开第七开关管;

充电电路的控制方法,当检测到蓄电池电量低于下限值时,充电电路开始工作,首先闭合导通第十开关管,第十一开关管采用高频PWM模式工作,其占空比大小依据蓄电池实时充电参量的要求而定,当检测到蓄电池电量充满时,第十开关管、第十一开关管全部断开,充电电路停止工作。

## 一种自充电开关磁阻发电机变流系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及开关磁阻发电机系统领域,具体涉及一种自强化双源励磁、直接高发电输出电压、发电输出和充电电能质量高、开关损耗低的自充电开关磁阻发电机变流系统。

### 背景技术

[0002] 开关磁阻发电机本体结构简单坚固、成本低,转子上无绕组散热压力小等优点,具有广阔的应用前景。

[0003] 开关磁阻发电机工作中,各相绕组根据转子位置信息分时投入工作,每相绕组工作中都分为励磁阶段和发电阶段,并分时进行,鉴于发电阶段与励磁阶段的发出与吸收电能之差决定着开关磁阻发电机的电能输出多寡,所以希望励磁阶段能在尽量短的时间内达到更大的绕组电流,业界常常设计一些专门的电路来抬高励磁电压强化励磁性能,但增加了结构和控制的复杂性;另外,常规的开关磁阻发电机变流系统输出的电压往往较低,大多不能直接满足用户需要,需要进一步提高输出电压,也是往往采用更多的高电压变换电路来完成。

[0004] 对于蓄电池来说,给其充电的电源直接决定充电的快慢、蓄电池的寿命等,好的电源能够根据蓄电池不同充电阶段的需要而自动调整充电电压和电流,并且充电电流平稳,当然开关磁阻发电机利用蓄电池作为励磁电源优点明显,励磁稳定,也不影响发电输出侧电能质量,但如能有自动高质量的充电系统,蓄电池使用时间更长,则势必极大的解放人工,提高可靠性。

[0005] 对于变流系统,开关管的存在,势必存在开关损耗,目前业界普遍采用软开关技术,但往往需要增加软开关电路以及软开关控制方法,使得系统结构更加复杂,控制复杂,可靠性降低,成本高。

### 发明内容

[0006] 根据以上的背景技术,本发明就提出了一种自强化双源励磁、直接高发电输出电压、发电输出和充电电能质量高、开关损耗低的自充电开关磁阻发电机变流系统,适合于各类开关磁阻发电机系统尤其是高速小功率开关磁阻发电机系统中应用。

[0007] 本发明的技术方案为:

[0008] 一种自充电开关磁阻发电机变流系统,其技术特征是,包括变流主电路、充电电路、蓄电池,所述变流主电路输出正极端连接所述充电电路输入正极端,变流主电路输出负极端连接充电电路输入负极端,充电电路输出正极端连接所述蓄电池正极端和变流主电路输入正极端,充电电路输出负极端连接蓄电池负极端和变流主电路输入负极端。

[0009] 所述变流主电路技术特征是,包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管、第五开关管、第六开关管、第七开关管、第八开关管、第九开关管、第一相绕组、第二相绕组、第三相绕组、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、第七二极管、第八二极管、第九二极管、第十二二极管、第十一二极管、第十二二极管、第

十三二极管、第十四二极管、第十五二极管、第一电容器、第二电容器、第三电容器、第四电容器、第五电容器、第六电容器,所述第一开关管阴极连接所述第一相绕组一端,第一相绕组另一端连接所述第一二极管阳极,第一二极管阴极连接所述第二开关管阳极、所述第二二极管阳极、所述第二电容器一端、所述第五二极管阳极,第二开关管阴极连接所述第一电容器一端、所述第三二极管阳极,第二二极管阴极连接第一电容器另一端、所述第三开关管阳极,第三开关管阴极连接第三二极管阴极、所述第四二极管阴极、所述第六开关管阴极、所述第八二极管阴极、所述第九二极管阴极、所述第九开关管阴极、所述第十三二极管阴极、所述第十四二极管阴极,并作为变流主电路输入负极端,第一开关管阳极连接所述第四开关管阳极、所述第七开关管阳极,并作为变流主电路输入正极端,第五二极管阴极连接所述第十二二极管阴极、所述第十五二极管阴极,并作为变流主电路输出正极端,第四二极管阳极连接第二电容器另一端、第九二极管阳极、所述第四电容器一端、第十四二极管阳极、所述第六电容器一端,并作为变流主电路输出负极端,第四开关管阴极连接所述第二相绕组一端,第二相绕组另一端连接所述第六二极管阳极,第六二极管阴极连接所述第五开关管阳极、所述第七二极管阳极、第四电容器另一端、第十二二极管阳极,第七二极管阴极连接所述第三电容器一端、第六开关管阳极,第五开关管阴极连接第八二极管阳极、第三电容器另一端,第七开关管阴极连接所述第三相绕组一端,第三相绕组另一端连接所述第十一二极管阳极,第十一二极管阴极连接所述第八开关管阳极、所述第十二二极管阳极、第六电容器另一端、第十五二极管阳极,第十二二极管阴极连接所述第五电容器一端、第九开关管阳极,第八开关管阴极连接第十三二极管阳极、第五电容器另一端。

[0010] 所述充电电路技术特征是,包括隔离器、第十开关管、第十一开关管、第一电感、第二电感、第三电感、第七电容器、第八电容器、第十六二极管,所述隔离器输入正极端作为充电电路输入正极端,隔离器输入负极端作为充电电路输入负极端,隔离器输出正极端连接所述第十开关管阳极,第十开关管阴极连接所述第一电感一端,第一电感另一端连接所述第七电容器一端、所述第十一开关管阳极,第七电容器另一端连接所述第十六二极管阳极、所述第八电容器一端、所述第三电感一端,第三电感另一端作为充电电路输出负极端,隔离器输出负极端连接第十一开关管阴极、第十六二极管阴极、所述第二电感一端,第二电感另一端连接第八电容器另一端,并作为充电电路输出正极端。

[0011] 一种自充电开关磁阻发电机变流系统的变流主电路控制方法,其技术特征是,根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第一相绕组需投入工作时,闭合导通第一开关管,同时闭合导通第二开关管和第三开关管,进入第一相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第二开关管和第三开关管,进入发电阶段,输出电能,根据转子位置信息,发电阶段结束时断开第一开关管;

[0012] 根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第二相绕组需投入工作时,闭合导通第四开关管,同时闭合导通第五开关管和第六开关管,进入第二相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第五开关管和第六开关管,进入发电阶段,输出电能,根据转子位置信息,发电阶段结束时断开第四开关管;

[0013] 根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第三相绕组需投入工作时,闭合导通第七开关管,同时闭合导通第八开关管和第九开关管,进入第三相绕组的励磁阶段,根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第八开关管和第九开关管,进入发电阶段,输出电能,根据转

子位置信息,发电阶段结束时断开第七开关管。

[0014] 一种自充电开关磁阻发电机变流系统的充电电路控制方法,其技术特征是,当检测到蓄电池电量低于下限值时,充电电路开始工作,首先闭合导通第十开关管,第十一开关管采用高频PWM模式工作,其占空比大小依据蓄电池实时充电参量的要求而定,当检测到蓄电池电量充满时,第十开关管、第十一开关管全部断开,充电电路停止工作。

[0015] 本发明的技术效果主要有:

[0016] (1) 本发明的变流主电路采用蓄电池加电容器串联强化励磁的方式,而发电时输出电压等于蓄电池电压与相绕组电压之和,抬高了输出电压,可以说这两个措施都是业界急需的,尽快的励磁,较大的输出电压,从而为系统节省了一些环节,降低了成本,提高了可靠性。

[0017] (2) 变流主电路的各相绕组的变流回路各自输出后采用并联到一起的方式再输出,鉴于开关磁阻发电机的分绕组运行工作的特点,以及本发明各个相绕组工作时几乎全时具备输出电流不间断的特点,所以输出的电能质量较高。

[0018] (3) 充电电路通过调节第十一开关管的占空比,可以调节输出给蓄电池的充电电压,可以根据蓄电池不同充电阶段进行调节,更重要的是在一定条件下能够输出近似平稳电流波形,这对于蓄电池的充电效果、质量、速度非常有意义。

[0019] (4) 本发明的整个变流系统中,只有第十一开关管采用高频PWM开关模式,其余开关管均为单脉波模式,又考虑到充电电路在多数时间内是不工作的,仅仅需要充电时第十一开关管才高频开关工作,所以,本发明的开关损耗很低,从而提高了系统的发电效率和可靠性。

## 附图说明

[0020] 图1所示为本发明的一种自充电开关磁阻发电机变流系统结构图。

[0021] 图中,1:变流主电路;2:充电电路。

## 具体实施方式

[0022] 本实施例的一种自充电开关磁阻发电机变流系统,如附图1所示,其由变流主电路1、充电电路2、蓄电池X组成,变流主电路1输出正极端连接充电电路2输入正极端,并作为开关磁阻发电机的电能输出正极端,变流主电路1输出负极端连接充电电路2输入负极端,并作为开关磁阻发电机的电能输出负极端,充电电路2输出正极端连接蓄电池X正极端和变流主电路1输入正极端,充电电路2输出负极端连接蓄电池X负极端和变流主电路1输入负极端,充电电路2在必要时给蓄电池X充电,蓄电池X作为变流主电路1中各相绕组工作的励磁电源。

[0023] 变流主电路1包括第一开关管V1、第二开关管V2、第三开关管V3、第四开关管V4、第五开关管V5、第六开关管V6、第七开关管V7、第八开关管V8、第九开关管V9、第一相绕组M、第二相绕组N、第三相绕组P、第一二极管D1、第二二极管D2、第三二极管D3、第四二极管D4、第五二极管D5、第六二极管D6、第七二极管D7、第八二极管D8、第九二极管D9、第十二二极管D10、第十一二极管D11、第十二二极管D12、第十三二极管D13、第十四二极管D14、第十五二极管D15、第一电容器C1、第二电容器C2、第三电容器C3、第四电容器C4、第五电容器C5、第六电容

器C6,第一开关管V1阴极连接第一相绕组M一端,第一相绕组M另一端连接第一二极管D1阳极,第一二极管D1阴极连接第二开关管V2阳极、第二二极管D2阳极、第二电容器C2一端、第五二极管D5阳极,第二开关管V2阴极连接第一电容器C1一端、第三二极管D3阳极,第二二极管D2阴极连接第一电容器C1另一端、第三开关管V3阳极,第三开关管V3阴极连接第三二极管D3阴极、第四二极管D4阴极、第六开关管V6阴极、第八二极管D8阴极、第九二极管D9阴极、第九开关管V9阴极、第十三二极管D13阴极、第十四二极管D14阴极,并作为变流主电路1输入负极端,第一开关管V1阳极连接第四开关管V4阳极、第七开关管V7阳极,并作为变流主电路1输入正极端,第五二极管D5阴极连接第十二二极管D10阴极、第十五二极管D15阴极,并作为变流主电路1输出正极端,第四二极管D4阳极连接第二电容器C2另一端、第九二极管D9阳极、第四电容器C4一端、第十四二极管D14阳极、第六电容器C6一端,并作为变流主电路1输出负极端,第四开关管V4阴极连接第二相绕组N一端,第二相绕组N另一端连接第六二极管D6阳极,第六二极管D6阴极连接第五开关管V5阳极、第七二极管D7阳极、第四电容器C4另一端、第十二二极管D10阳极,第七二极管D7阴极连接第三电容器C3一端、第六开关管V6阳极,第五开关管V5阴极连接第八二极管D8阳极、第三电容器C3另一端,第七开关管V7阴极连接第三相绕组P一端,第三相绕组P另一端连接第十一二极管D11阳极,第十一二极管D11阴极连接第八开关管V8阳极、第十二二极管D12阳极、第六电容器C6另一端、第十五二极管D15阳极,第十二二极管D12阴极连接第五电容器C5一端、第九开关管V9阳极,第八开关管V8阴极连接第十三二极管D13阳极、第五电容器C5另一端。

[0024] 充电电路2包括隔离器、第十开关管V10、第十一开关管V11、第一电感L1、第二电感L2、第三电感L3、第七电容器C7、第八电容器C8、第十六二极管D16,隔离器输入正极端作为充电电路2输入正极端,隔离器输入负极端作为充电电路2输入负极端,隔离器输出正极端连接第十开关管V10阳极,第十开关管V10阴极连接第一电感L1一端,第一电感L1另一端连接第七电容器C7一端、第十一开关管V11阳极,第七电容器C7另一端连接第十六二极管D16阳极、第八电容器C8一端、第三电感L3一端,第三电感L3另一端作为充电电路2输出负极端,隔离器输出负极端连接第十一开关管V11阴极、第十六二极管D16阴极、第二电感L2一端,第二电感L2另一端连接第八电容器C8另一端,并作为充电电路2输出正极端。

[0025] 本实施例的自充电开关磁阻发电机变流系统的变流主电路控制方法,根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第一相绕组M需投入工作时,闭合导通第一开关管V1,同时闭合导通第二开关管V2和第三开关管V3,进入第一相绕组M的励磁阶段,此时有两个回路,一是X-V1-M-D1-V2-C1-V3-X,为第一相绕组M励磁的励磁电源除了蓄电池X外,还有第一电容器C1,二者串联为第一相绕组M励磁,所以说起到了更强的励磁能力,励磁电流能更快的建立,第二个回路是第二电容器C2经第五二极管D5向外输出电能;待根据转子位置信息励磁阶段结束时,断开第二开关管V2和第三开关管V3,进入发电阶段,输出电能,此时也有两个回路,一是X-V1-M-D1-C2-D4-X,该回路为第一相绕组M续流发电向外输出电能,并且是与蓄电池X串联,所以输出端的发电电压高于蓄电池X电压和第一相绕组M两端电动势,间接起到了抬高输出端发电电压的目的,另一回路为X-V1-M-D1-D2-C1-D3-X,该回路为蓄电池X和第一相绕组M一同向第一电容器C1充电;接下来继续根据转子位置信息,待发电阶段结束时断开第一开关管V1,第一相绕组M工作结束;

[0026] 根据开关磁阻发电机转子位置信息,当第二相绕组N或第三相绕组P需投入工作

时,它们的工作控制模式与第一相绕组M的完全相同,第二相绕组N、第三相绕组P的变流回路与第一相绕组M的变流回路中各器件的对应关系分别为:第四开关管V4、第七开关管V7对应第一开关管V1,第六二极管D6、第十一二极管D11对应第一二极管D1,第五开关管V5、第八开关管V8对应第二开关管V2,第七二极管D7、第十二二极管D12对应第二二极管D2,第三电容器C3、第五电容器C5对应第一电容器C1,第六开关管V6、第九开关管V9对应第三开关管V3,第八二极管D8、第十三二极管D13对应第三二极管D3,第九二极管D9、第十四二极管D14对应第四二极管D4,第四电容器C4、第六电容器C6对应第二电容器C2,第十二二极管D10、第十五二极管D15对应第五二极管D5。

[0027] 从以上可见,每相绕组工作期间,输出端全时具备电能的不间断输出,再结合开关磁阻发电机各相绕组分时工作运行的特性,所以,三相绕组的输出端并联后的电能质量高。

[0028] 充电电路2的控制方法为,当检测到蓄电池X电量低于下限值时,充电电路2才投入工作,首先闭合导通第十开关管V10,第十一开关管V11采用高频PWM模式工作,其占空比大小依据蓄电池X实时充电参量的要求而定,但最大不超过二分之一,其中当第十一开关管V11闭合导通时,充电电路2内有两个回路,一是V10-L1-V11,第一电感L1被充电,二是C7-V11-L2-X-L3-C7,此为第七电容器C7的储能向外输出给蓄电池X,同时向第二电感L2充电,当第十一开关管V11断开时,也是两个回路,一是V10-L1-C7-D16,此回路为第一电感L1和充电电路2输入电能一起向第七电容器C7充电,二是L2-X-L3-D16,此回路为第二电感L2的储能向外输出,可以开出一个第十一开关管V11的开关周期中,只要第一电感L1、第二电感L2、第七电容器C7足够大,再结合第三电感L3和第八电容器C8的滤波效果,充电电路2的输出侧,也就是给蓄电池X的充电电能质量高,电流可达到不间断的并近似平稳的状态,充电质量高;当检测到蓄电池X电量充满时,第十开关管V10、第十一开关管V11全部断开,充电电路2停止工作。

[0029] 根据附图1所示,变流主电路1中各相绕组的变流回路结构相同、控制相同,所以如果不是本实施例所示的三相绕组,而是两相或四相及以上时,只是增删各自相绕组变流回路的问题,同样属于本发明的保护范围。

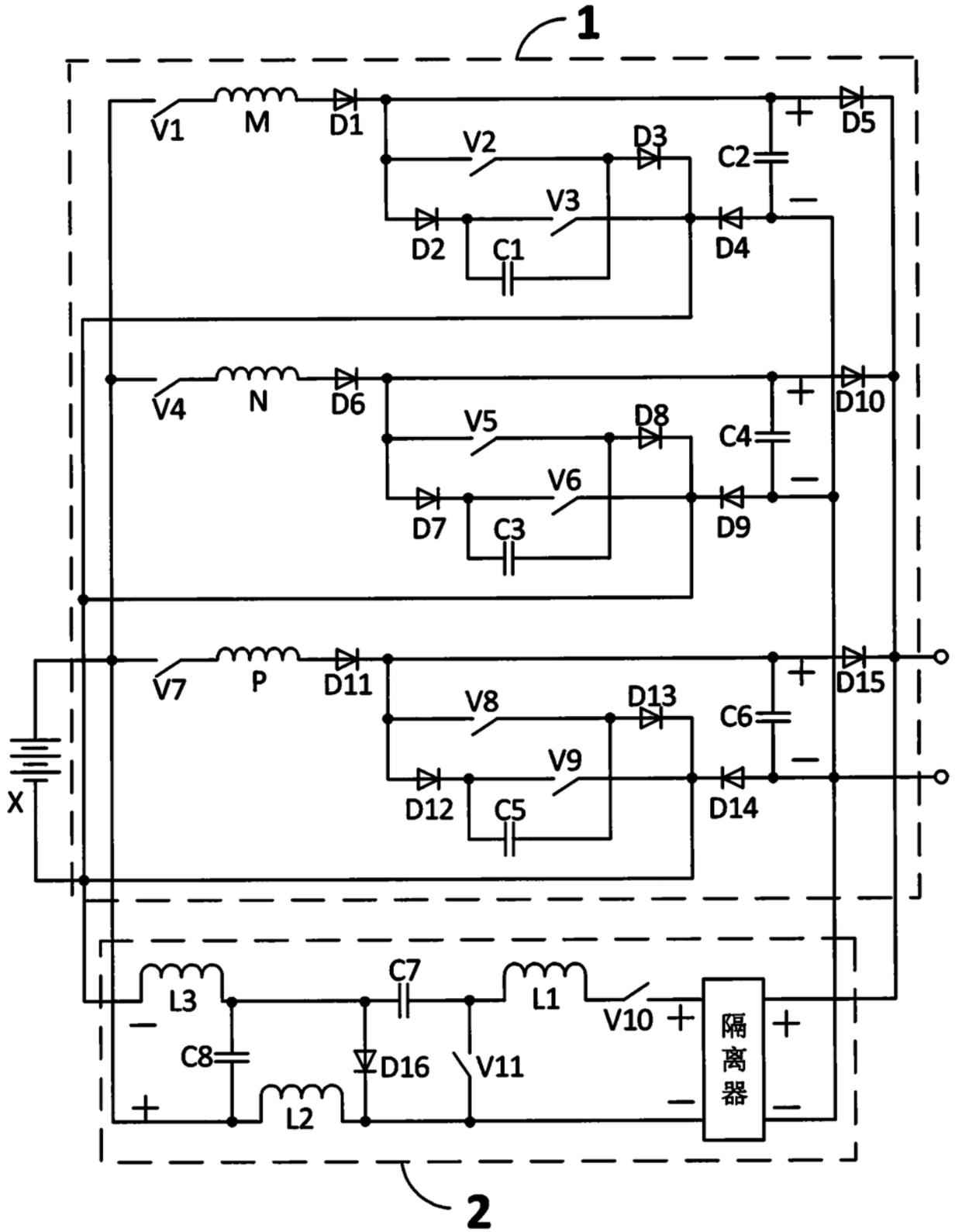


图1